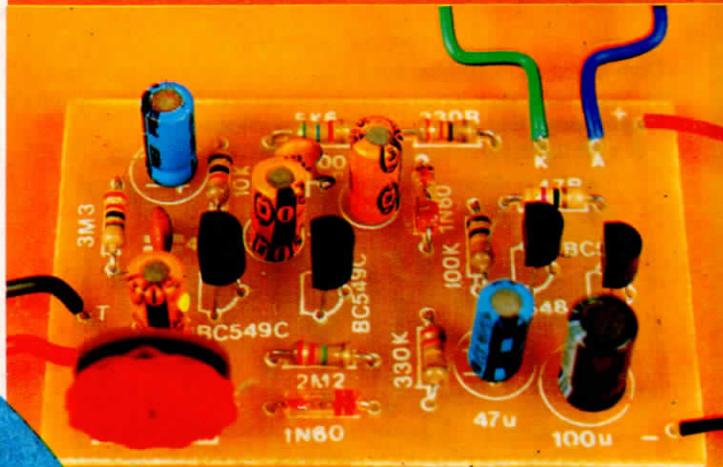
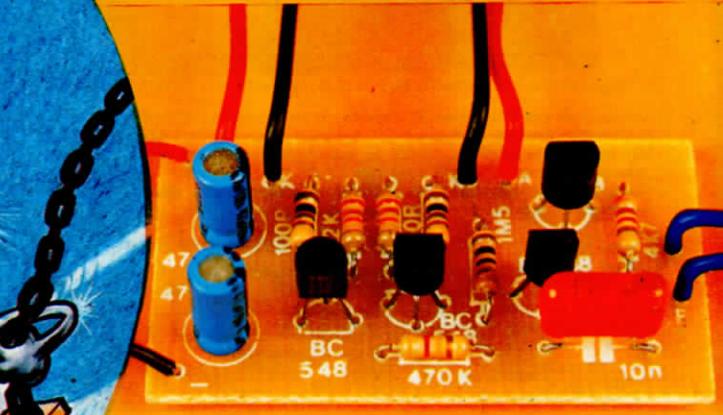
ABC
(REVISTA·CURSO)
Nº8 – Cr$1.000,00
da
ELETRÔNICA
• PRÁTICA:
- DOIS BRINQUEDOS ELETRÔNICOS PARA AS FESTAS DE FIM DE ANO:
- BICHINHO ESCUTADOR
- EFEITO CARRO DE BOMBEIROS
PROF. BEDA MARQUES
• TEORIA:
- O TRANSÍSTOR (3ª PARTE)
- OS CIRCUITOS OSCILADORES (COMO FUNCIONAM, PARA QUE SERVEM, COMO CONTROLÁ-LOS - EXPERIÊNCIAS).
GOSTAMOS DE OSCILAR...
E AGORA VOCÊS APRENDEM COMO E POR QUÊ!
BICHINHO ESCUTADOR
EFEITO CARRO DE BOMBEIROS
• SEÇÕES:
- ARQUIVO TÉCNICO
OS "PORQUÊS" DAS TENSÕES DE ALIMENTAÇÃO
- AS RAZÕES DE SE USAR PILHAS, BATERIAS OU C.A.
- TRUQUES & DICAS
COMO "DESCOLAR" COMPONENTES BARATINHOS...
• E MAIS:
- OS LEITORES/"ALUNOS" MOSTRAM SUAS IDÉIAS (E TROCAM CORRESPONDÊNCIA...)

EDITORA

EMARK ELETRÔNICA

Diretores
Carlos Walter Malagoli
Jairo P. Marques
Wilson Malagoli
WANDY

Diretor Técnico
Bêda Marques

Colaboradores
José A.Sousa (Desenho Técnico)
João Pacheco (quadrinhos)

Publicidade
KAPROM PROPAGANDA LTDA
(011) 223-2037

Composição
KAPROM

Fotolitos de Capa
DELIN
Tel. 35.7515

Fotolito de Miolo
FOTOTRAÇO LTDA.

Impressão
Editora Parma Ltda.

Distribuição Nacional c/ Exclusividade
FERNANDO CHINAGLIA DISTR. S/A
Rua Teodoro da Silva, 907 - R. de Janeiro (021) 268-9112

ABC DA ELETRÔNICA

Kaprom Editora, Distr.e Propaganda Ltda - Emark Eletronica Comercial Ltda) - Redação.Administração e Publicidade:
R.Gal.Osório, 157
CEP 01213 - Sao Paulo-SP
Fone: (011)223-2037

EDITORIAL

Com a "Aula" anterior, sobre as funções amplificadoras do TRANSÍSTOR, e com a presente "Lição", onde são mostrados os aspectos teórico/práticos das atividades dinâmicas desses componentes, em trabalhos oscilatórios, o Leitor/Aluno dá um importante passo rumo ao entendimento pleno dos fenômenos qu envolvem o funcionamento de todo e qualquer circuito eletrônico!

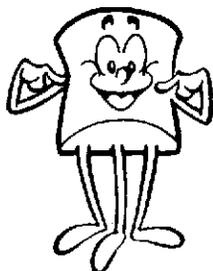
Perceberam que (conforme dissemos desde as primeiras "Aulas" do ABC...) mais importante do que "**decorar fórmulas**" ou assimilar "na marra" conceitos puramente "matemáticos", é simplesmente INTUIR, entender em essência "**o quê**" ocorre "lá dentro" dos componentes e/ou circuitos, "como" as correntes e tensões se desenvolvem dinamicamente, qual o grau de "responsabilidade" nesses fenômenos, dos componentes ativos ou passivos! Na nossa opinião, É ASSIM QUE SE **APRENDE** ELETRÔNICA, enquanto CIÊNCIA/ARTE...

Temos uma frase, cunhada alguns anos atrás, e que resume uma visão absolutamente sincera da coisa, sem nenhuma intenção de criar **slogan**: "COM A ELETRÔNICA, O FUTURO É HOJE!", cujo significado, mais do que aparente, é: ou Você aprende a "conviver" com os aspectos da tecnologia eletrônica **agora**, garantindo pelo menos o entendimento essencial dos seus princípios, ou, em breve tempo, será uma "não pessoa" (tão quanto são hoje, os infelizes que não tiveram a oportunidade de aprender a ler e escrever - não cabe, agora, discutir a "culpa" desse imenso pecado...)!

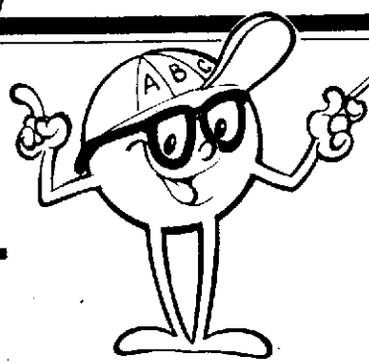
A única maneira de garantir a si próprio o mínimo grau de "alfabetização" para um futuro que **já começou** é procurar fontes que lhe permitam "beber" da essência das coisas, sem complicações desnecessárias, sem aquele hermetismo de publicações e livros dirigidos a "elites"... ELETRÔNICA, já dissémos, é **simples**, e o seu aprendizado básico não difere muito (provavelmente NADA...) de - por exemplo - "pegar" as noções básicas de marcenaria ou qualquer das outras atividades humanas produtivas e criativas!

Nós, de ABC, **acreditamos** no que aqui foi dito (e **sabemos** que Vocês **também**, o que nos enche de satisfação e certeza...) e vamos prosseguir **assim**... Caminhemos juntos!

O EDITOR

EU ESTAREI NA PRÓXIMA AULA

E EU TAMBÉM

ÍNDICE - ABC -

PAGINA

O Transístor
(3ª PARTE)

O TRANSÍSTOR COMO OSCILADOR - O QUE É UM "OSCILADOR" - COMO FUNCIONA - PARA QUE SERVE - AS "FORMAS DE ONDA" - OS TIPOS BÁSICOS DE OSCILADORES - UTILIZANDO OS SINAIS GERADOS PELOS OSCILADORES - O CONTROLE DA FREQUÊNCIA - EXPERIÊNCIAS COMPROBATÓRIAS.

Quanto a esse **importante** componente ativo da moderna Eletrônica (apesar da crescente dominação imposta pelos Circuitos Integrados, que nada mais são do que "um monte" de transístores, industrialmente organizados para executar funções complexas e específicas - veremos no futuro...) que é o TRANSÍSTOR, já vimos (na "Aula" nº 6) sua estrutura básica e princípios de funcionamento e (na "Aula nº 7) a sua aplicação prática em circuitos ativos de amplificação, sua polarização, as configurações costumeiras dos circuitos e outros importantes detalhes sobre o "ponto" de funcionamento e o acoplamento entre etapas transistorizadas...

Nesse estágio, o Leitor/Aluno já se encontra preparado para assimilar outro importante conceito circuital a partir dos TRANSÍSTORES: os blocos OSCILADORES, cuja função ativa é muitíssimo utilizada (salvo amplificadores "puros" de Áudio, é muito difícil encontrar-se um circuito ou aparelho em cujas "entranhas" **não exista** pelo menos um bloco oscilador a transístores, ou equivalente...).

Como já vimos, basicamente um TRANSÍSTOR BIPOLAR ("comum") é um componente ativo destinado à **amplificação de corrente**, ou seja: aplicamos à sua "entrada" (o eletrodo de **base**, no caso da configuração em **emissor comum**, mais frequente...) uma corrente de modesto valor e obtemos na "saída" (terminal de **coletor**, geralmente...) uma corrente em tudo proporcional à aplicada, porém bem mais intensa, sendo que a relação entre a intensidade da corrente de "saída" com relação à de "entrada" é determinada pelo **ganho** ou **fator de amplificação** do componente...

Os amplificadores, então, "pegam" uma manifestação elétrica "existente" e "aumentam" a sua intensidade, sem contudo "deformar" tal manifestação... Funcionam como uma "lente" eletrônica, portanto...

Já um OSCILADOR é capaz de **gerar** uma manifestação eletro-eletrônica dinâmica, ou seja: aplicamos ao módulo energia em C.C., estável e este a transforma numa corrente que constantemente (sob um determinado "rítmo", que chamamos de FREQUÊNCIA...) muda de sentido ou de polaridade, ou ainda de intensidade! Se essa "agitação" no sentido, polaridade ou intensidade da corrente, se dá em frequências relativamente baixas (até poucos mais de 15.000 vezes por segundo), podemos (após a devida "tradução" efetuada por um alto-falante, por exemplo - ver "Aula" nº 4) **ouvir** a manifestação, já que a frequência cai nos limites da audição humana! Por outro lado, conseguindo uma manifestação dinâmica em frequências bem mais altas (de algumas centenas de milhares de vezes por segundo, até muitos milhões de vezes no mesmo período...) teremos as chamadas Frequências de Rádio (RF) que são usadas nas transmissões de Rádio, TV, comunicações por satélites, etc. O campo aplicativo, portanto, é imenso e - reafirmamos - **muito** importante, merecendo então uma "Aula" específica do ABC, quanto às bases do assunto (que será, entretanto, detalhado em suas particularidades aplicativas, em "Aulas" específicas e futuras, quando assim o exigir o cronograma do nosso "Curso"...).

•••••

- **FIG. 1** - Em 1-A temos o símbolo genérico adotado na "iconografia" eletrônica, para representar um bloco AMPLIFICADOR (um triângulo "deitado", com sua Entrada e sua Saída nitidamente marcadas...). Lembrando do que já vimos sobre a amplificação com transístores, se tivermos um bloco formado por um único transístor, na configuração **emissor comum**, na amplificação (fig. 1-B) se dá uma INVERSÃO DE

Fig. 1

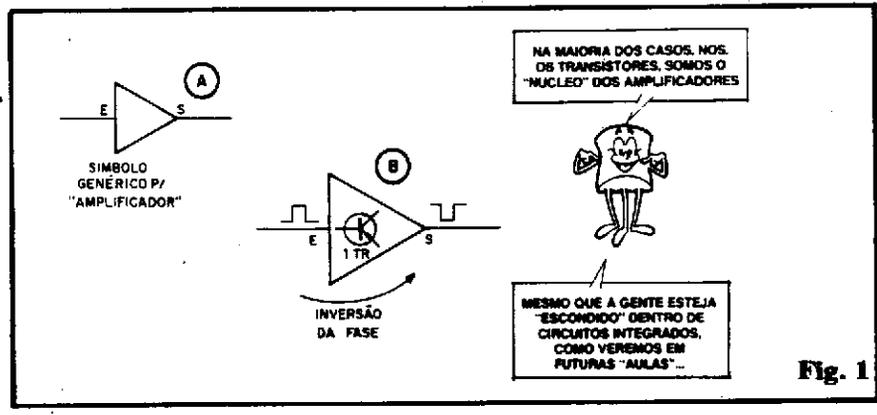
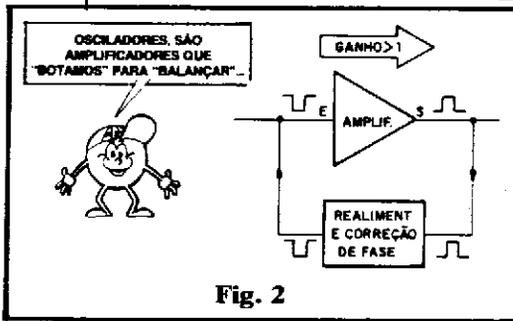



Fig. 2

FASE, ou seja: o "sentido de mudança" do sinal aplicado à Entrada é INVERTIDO (ao mesmo tempo em que tal sinal é amplificado...), manifestando-se na Saída no sentido OPOSTO! Por exemplo: um breve e fraco pulso no sentido "positivo", aplicado à Entrada, na Saída surge como um pulso também breve, porém agora "mais forte" e, ao mesmo tempo, manifestando-se no sentido "negativo" (devido à tal INVERSÃO DE FASE...).

- **FIG. 2** - Um OSCILADOR nada mais é do que um AMPLIFICADOR ao qual acrescentamos um "caminho" entre sua Saída e sua própria Entrada, de modo que o dito bloco circuital se REALIMENTE, ou seja: "pegamos" parte do sinal já amplificado, presente na Saída e o reaplicamos à Entrada do sistema! Se, ao mesmo tempo, promovermos uma CORREÇÃO na fase (lembram-se de que ela está "invertida", na tal Saída...?), ocorre uma situação dinâmica, uma espécie de "círculo vicioso" (um cachorro tentando morder o próprio rabo, Vocês já viram...?), com o sinal "girando" da Entrada para a Saída, indefinidamente, enquanto o bloco estiver devidamente alimentado de energia! Notem, contudo, que a tal CORREÇÃO ("desinversão"...) de fase -, torna-se necessária quando o bloco amplificador é baseado em apenas **um transístor** (em configuração de **emissor comum**). Se o amplificador apresentar **dois** blocos, o segundo "desinverte" o primeiro, e a tal CORREÇÃO de fase (para promover a oscilação) não é mais necessária, devendo apenas ser providenciado o perfeito acoplamento ou "casamento" entre a Saída e a Entrada.

Fig. 3

- **FIG. 3** - Basicamente, esse acoplamento entre a Saída e a Entrada de um mesmo bloco amplificador (na intenção de se "fazer" um OSCILADOR) em nada difere dos acoplamentos entre dois blocos distintos de amplificação (conforme vimos na "Aula" anterior do ABC). Assim, a tal Realimentação/Correção de Fase (RCF, para simplificar...) pode ser implementada na forma de conjuntos RC (Resistor/Capacitor), ou IC (Indutor/Capacitor) ou mesmo com Transformadores... De qualquer maneira, é fundamental promover um "caminho" controlado para o sinal e que, ao mesmo tempo, determine um "retardo" ao dito sinal, através do qual podemos, com facilidade, fixar a FREQUÊNCIA ou rítmo com que a manifestação oscilatória acontecerá! Tem uma coisa IMPORTANTE: devido às naturais "perdas" que o sinal sofre na própria RCF, apenas conseguiremos fazer um bloco amplificador oscilar, se o **ganho** (fator de amplificação) de tal bloco for - obviamente - **maior do que 1** (de preferência **bem** maior do que 1...). Essa é a única maneira prática de podermos "furtar" uma parte do sinal de Saída (para reaplicá-lo à Entrada) e ainda assim "sobrar" energia útil na Saída do sistema, para aplicações externas (de nada adiantaria termos um oscilador que apenas se satisfazesse à sí próprio, num onanismo bobo, que não permitisse a utilização externa da manifestação gerada...). Assim, é - na prática - forçoso que blocos OSCILADORES sejam formados a partir de transístores de **bom ganho** (vejam as Tabelinhas de Parâmetros e Características, que já mostramos nas "Aulas" anteriores...). Outra coisa IMPORTANTE: dependendo do rítmo ou FREQUÊNCIA que desejamos obter na oscilação, devemos adotar como base para o circuito, transístores obviamente **capazes de** operar na tal FREQUÊNCIA! Assim, um oscilador **para baixa frequência deve usar transístor para baixa frequência, enquanto que uma manifestação em alta frequência apenas poderá ser obtida a partir de transístores próprios para alta frequência (isso pode parecer uma recomendação boba, mas o principiante comete muitos** erros nesse sentido, nas suas tentativas de criação de circuitos...).

•••••

Enfim: todo OSCILADOR não passa de um AMPLIFICADOR projetado já com uma rede de REALIMENTAÇÃO (e eventual CORREÇÃO DE FASE), determinadora de certa CONSTANTE DE TEMPO (da qual dependerá a FREQUÊNCIA...) de modo que, energizado, apresente na sua Saída um constante "vai-vem", uma "pulsação" ou "alternação" de Corrente, à qual damos o nome de "SINAL" e que apresenta uma FORMA DE ONDA característica...

- **FIG. 4** - Falando em "FORMA DE ONDA", Vocês lembram (rever a 3ª "Aula" do ABC...) que costumamos fazer a representação gráfica das Correntes e Tensões através de um simples nomograma que inclui, "visualmente", a grandeza TEMPO, e que assim nos permite "ver o desenho" dos aspectos dinâmicos dos fenômenos elétricos... Chamamos a isso de FORMA DE ONDA, porém

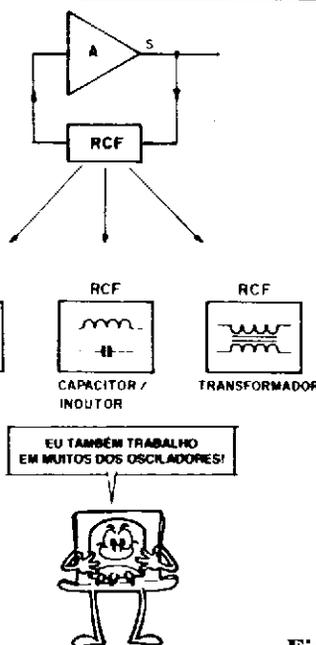
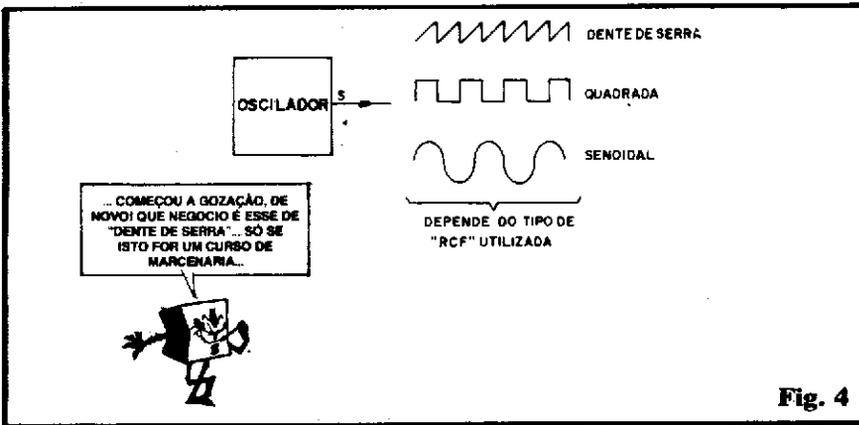



Fig. 4

nem sempre o tal "desenho" lembra, nitidamente, uma "ONDA" (salvo nas correntes que se manifestam senoidalmente, com a C.A. domiciliar, lembram...?). Os sinais produzidos pelos OSCILADORES, dependendo principalmente da própria rede de Realimentação/Correção de Fase (RCF) utilizada, podem apresentar-se em diversos "formatos", conforme sugerem os gráficos da fig. 4. Geralmente, um acoplamento com Resistor/Capacitor, na RCF, proporciona formas de onda em "dente de serra" ou "quadrada", enquanto que realimentações via Indutores ou Transformadores permitem obter um formato "senoidal" no sinal gerado... Veremos isso com mais detalhes, quando estudarmos cada caso particular (e suas aplicações). A propósito de "FORMAS DE ONDA", podemos entender isso através de gráficos, "matemáticas" ou mesmo através da visualização direta, num aparelho chamado OSCILOSCÓPIO (que estudaremos, no devido tempo...), porém, quando a manifestação se encontra em frequência audível, nossos próprios ouvidos **podem** identificar o "formato"! Instrumentos musicais de som "macio", suave (como flautas e violinos...) geram um sinal basicamente **senoidal...** Já geradores de ruídos propositalmente agressivos ou irritantes, (como sirenes de alarme ou buzinas de carro) geram um sinal em "dente de serra" ou "quadrado"...).

- **FIG. 5** - No início da presente "Lição" Teórica, dissemos que os osciladores geram manifestações rítmicas nas quais a corrente constantemente se modifica em **sentido, polaridade, intensidade, etc.** Nesse tipo de manifestação, podemos incluir não só a chamada CORRENTE ALTERNADA (que, nitidamente, muda de **polaridade** periodicamente...) como também as CORRENTES PULSADAS que, embora não mudem de **polaridade,** alteram seu "sentido", sua intensidade ou seu nível de **tensão**, dentro de um certo rítmo... Vejamos alguns exemplos, representados graficamente: em 5-A temos uma manifestação oscilatória em DENTE DE SERRA, na qual basicamente a Tensão "cresce", com relativa lentidão, do "zero" até um valor máximo (chamado de "Pico", recordam-se...?) que - no caso do exemplo - situa-se em 5V, "caindo" com rapidez, novamente para "zero", recomeçando o ciclo indefinidamente. Já em 5-B temos uma oscilação em ONDA QUADRADA, cuja característica é "subidas" e "descidas" quase instantâneas da Tensão do sinal gerado, geralmente entre um mínimo de "zero" volt, e um máximo bem definido (5V, no exemplo), a intervalos periódicos. Finalmente, em 5-C temos a representação de uma oscilação em ONDA SENOIDAL... Notar, porém, o seguinte: ao contrário da C.A. aí da tomada da parede, cuja **polaridade** nitidamente se **inverte** a cada semi-ciclo (ver "Aula" nº 3...), um sinal **senoidal** gerado por um circuito transistorizado costuma apresentar todos os seus níveis momentâneos de Tensão "acima de zero" (preservando, contudo, o formato "ondulado" da manifestação...). Observem, no exemplo, que os "vales" (picos negativos) do sinal representado estão na "altura" de 2 volts, enquanto que os "picos" (máximos positivos) situam-se em 8 volts. Assim, toda a "extensão" ou "excursão" do sinal, dimensiona-se em 6 volts (de "altura"), centrados em torno de 5 volts (3V "pra cima" e 3V "pra baixo"...). Observem que, embora nitidamente **senoidal** ("desenho" igualzinho ao da C.A. domiciliar...) o sinal **nunca** fica realmente **negativo** (com relação à linha de "zero volts" real...). Isso ocorre porque os TRANSÍSTORES (e por enquanto estamos falando apenas nos OSCILADORES com TRANSÍSTORES BIPOLARES "comuns"...) trabalham energizados por fontes **simples** de Tensão e Corrente e seus "pontos" de funcionamento estão nitidamente nivelados "acima" do "zero" (negativo das pilhas que alimentam - por exemplo), no caso dos NPNs. Não se "embananem" com isso, ou por isso, **agora,** mas no **futuro,** quando tivermos "Aulas" sobre os fantásticos Integrados Amplificadores Operacionais (que podem ser alimentados por fontes duplas - "positivo" e "negativo" com relação a um "zero central"...) veremos que **é possível** gerar sinais oscilatórios que - **sim** - invertem **mesmo** a sua **polaridade** (feito a C.A. da tomada...).

- **FIG. 6** - Observem ainda que uma manifestação elétrica dinâmica e cíclica (ou "sinal oscilatório", como chamamos...), nem sempre

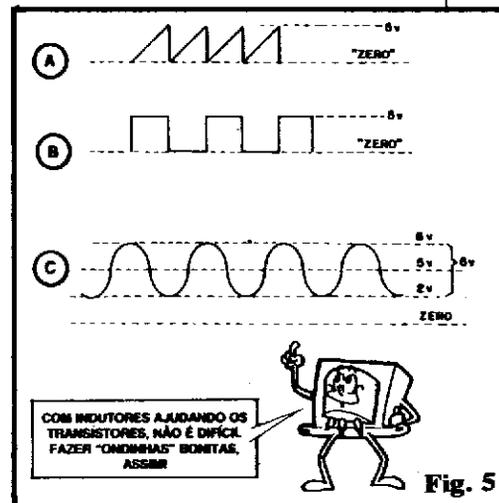



Fig. 5

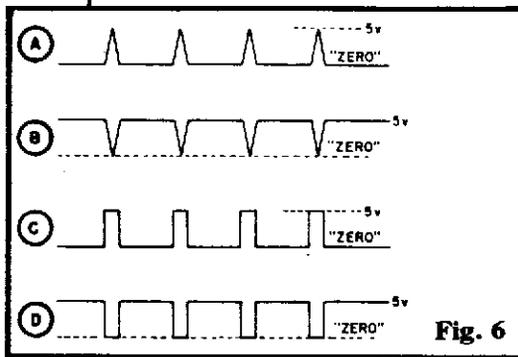



Fig. 6

apresenta a "harmonia" ou **proporção** entre "subidas" e "descidas" mostradas nos exemplos da fig. 5! Também simples **pulsos**, de qualquer formato, e em qualquer "sentido", ocorrendo mesmo a intervalos relativamente longos (porém obrigatoriamente **dentro** de um rítmo constante e estabelecido...) são passíveis de serem gerados por blocos OSCILADORES! Alguns exemplos: em 6-A temos pulsos "positivos" agudos, indo de "zero" até um "pico " de 5V e ocorrendo "longe, longe", porém a intervalos regulares. Em 6-B temos uma manifestação parecida, porém em "sentido" inverso: o nível estável do sinal situa-se "lá em cima", em 5V e, a intervalos regulares (ainda que longos), ocorre uma aguda "descida" do nível de tensão, até o "zero". Em 6-C e 6-D temos as configurações equivalentes, porém com pulsos nitidamente **retangulares** (são, por razões matemáticas, geométricas e elétricas, parentes próximos da manifestação "QUADRADA", notem...) e não mais "agudos" (como em 6-A e 6-B).

•••••

OS TIPOS OU CONFIGURAÇÕES BÁSICAS DOS CIRCUITOS OSCILADORES COM TRANSÍSTORES

Assim como ocorre com o módulo básico de AMPLIFICAÇÃO ("Aula" anterior...), também os OSCILADORES com TRANSÍSTORES obedecem a alguns arranjos ou configurações circuitais cuja organização serve como "esqueleto" ou "alicerce" para projetos mais específicos ou adequados a cada circunstância ou aplicação. Nas figuras e descrições a seguir relacionadas, o Leitor/Aluno terá algumas das configurações mais comuns que, entretanto, não constituem a **totalidade** dos arranjos oscilatórios possíveis, com transístores, além do fato de praticamente **todos** os circuitos/exemplos mostrados **poderem** receber modificações ou adaptações estruturais...

Interpretem a relação como uma espécie de "catálogo", que inclui apenas os "desenhos básicos" dos osciladores mais comuns... Não mais do que isso. Detalhes, se e quando forem necessários, aparecerão em futuras "Aulas".

•••••

- **FIG. 7** - REALIMENTAÇÃO A TRANSFORMADOR - É um arranjo simples e muito utilizado nos osciladores mono-transistorizados. Os resistores R1 e R2 polarizam o transístor TR num ponto ideal de funcionamento, de modo que, ao ser aplicada a alimentação ao circuito, TR entra em condução, permitindo a energização da carga de **coletor** (representada pelo **primário** "P" do transformador TF...). Pelo fenômeno da indução eletro-magnética, o "surto" de corrente presente no **primário** "passa" para o **secundário** "S" de TF, na forma de um pulso em polaridade inversa e que, aplicado via capacitor C1 à **base** do transístor TR, "despolariza" momentaneamente o dito transístor. Este, então, para de conduzir, por um instante, ocorrendo então o colapso da corrente no seu circuito de **coletor** (onde está o **primário** de TF). Tudo então recomeça, novamente com os resistores de polarização (R1 e R2) suprindo a **base** de TR e etc., etc... Pelo próprio "crescimento" e "colapso" suave do campo magnético responsável pela indução entre os enrolamentos de TF, a forma de onda gerada é próxima do SENOIDAL, e pode ser recolhida, no **coletor** do transístor, via capacitor C2. Notem que no caso a presença de C2 é **importante**, uma vez que este componente como que "isola" os posteriores estágios ou blocos circuitais, evitando que estes venham a "carregar" ou dificultar o próprio funcionamento do oscilador. A configuração também é chamada de OSCILADOR DE BLOQUEIO (porque, periodicamente, ocorre o nítido "corte" ou bloqueio do transístor, em virtude da "contra-polarização" oferecida pelo pulso induzido no **secundário do transformador**...). A frequência (rítmo) do fenômeno oscilatório é determinada basicamente pela INDUTÂNCIA do enrolamento **primário** de TF e, eventualmente, também parametrada pelo capacitor (visto em linha tracejada...) CF em paralelo com tal enrolamento. A configuração pode ser usada tanto em baixas quanto em altas frequências.

- **FIG. 8** - OSCILADOR TIPO HARTLEY - Guarda uma certa semelhança, em organização, quanto ao oscilador com realimentação "a transformador", visto anteriormente... Observem, contudo, que apenas a parte "de cima" do enrolamento ("P1") funciona como "carga" do **coletor** do transístor TR (o enrolamento

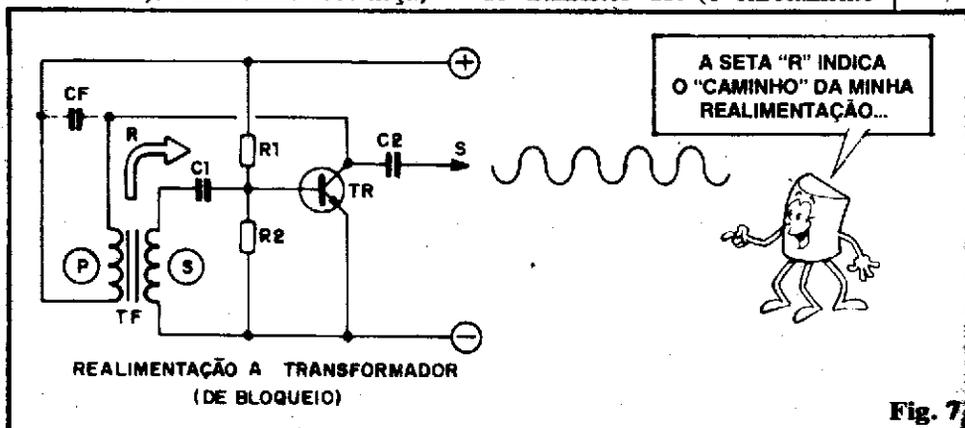



Fig. 7

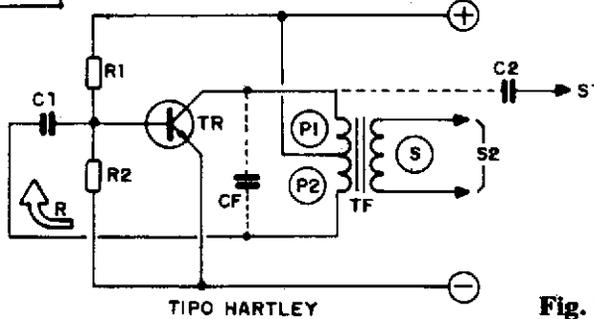
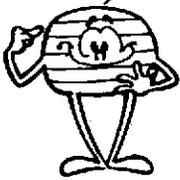



Fig. 8

ou bobina é dotado de um terminal central ou em qualquer ponto, entre os extremos do enrolamento...). Quando, no instante inicial de energização, o transístor TR, polarizado por R1 e R2, "despeja" corrente sobre o segmento P1 do enrolamento, por auto-indução o segmento P2 do enrolamento desenvolve um pulso que, pela sua polaridade, através do capacitor C1 traz TR novamente às proximidades do "corte", reiniciando-se então todo o ciclo, novamente com TR energizando P1 e assim por diante. Notem que o enrolamento que poderíamos chamar de **secundário** (S) não tem, no caso, nenhuma função "realimentadora", servindo, sim, para extrair do sistema o sinal gerado pelo oscilador (para eventual utilização externa...). Se for desejado "puxar" o sinal do próprio **coletor** de TR (via capacitor C2, isolador...) então o enrolamento S é dispensável, simplesmente... A frequência, ou rítmo da variação periódica do sinal, é basicamente determinada pela INDUTÂNCIA do enrolamento P1/P2 e, eventualmente por um capacitor "CF" (visto na linha tracejada) em paralelo com tal enrolamento. Observem que, tanto no esquema básico da fig. 7, quanto na configuração ora mostrada, se o capacitor CF for substituído por um capacitor do tipo variável (ver "Aula" nº 2), podemos controlar ou ajustar a frequência de oscilação através justamente do ajuste do valor desse componente! O Oscilador tipo **Hartley** presta-se ao trabalho tanto em baixas quanto em altas frequências.

•••••

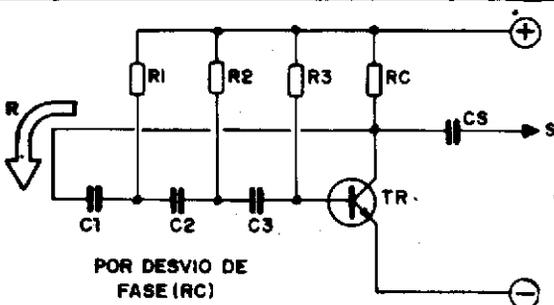
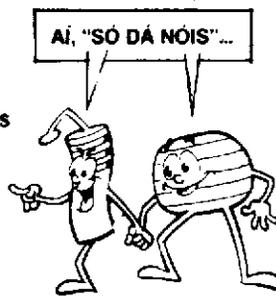
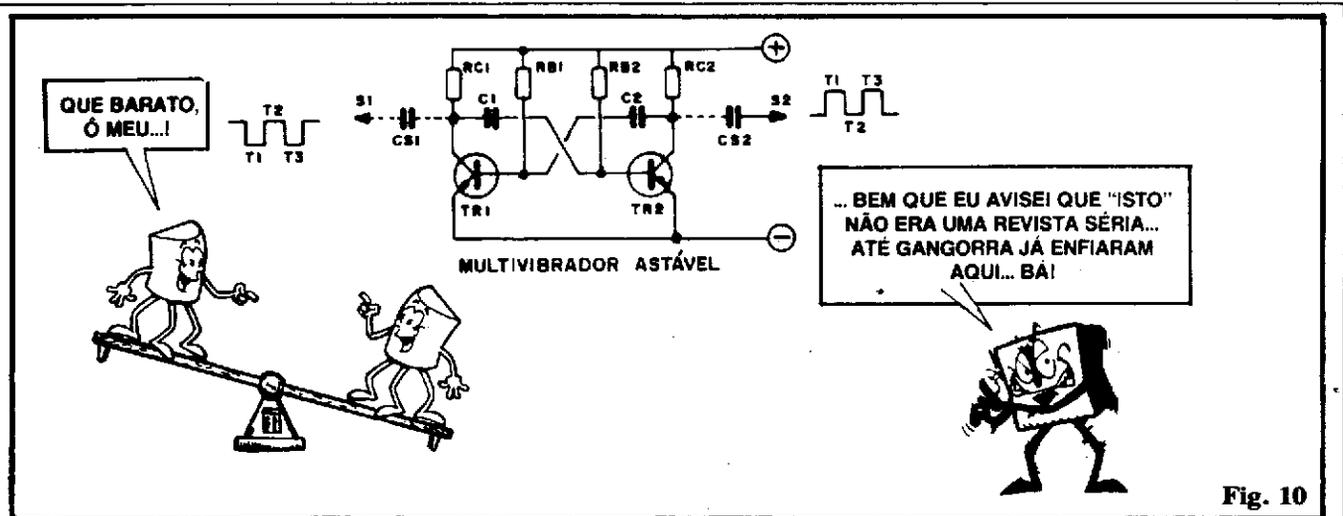
Observem que o "truque" básico usado no Oscilador Hartley para "puxar" a realimentação é usar-se uma "derivação" ou "tomada" no meio do enrolamento da bobina que representa a "carga" de **coletor** do transístor. Se, ao invés desse sistema, substituirmos o capacitor CF por dois capacitores, **em série**, podemos usar como "tomada", justamente a junção desses dois capacitores, caso em que teremos uma configuração chamada de Oscilador Colpitts, também apropriado ao trabalho desde em frequências baixas, até bastante elevadas. Tanto o Oscilador tipo Hartley, quanto o Colpitts oferecem um sinal basicamente **senoidal** na sua Saída, em virtude da presença de INDUTORES (bobinas) na sua rede de realimentação...

•••••

- **FIG. 9** - OSCILADOR POR DESVIO DE FASE - Uma rede RC (resistores e capacitores) faz tanto o trabalho de "recolher" o sinal no **coletor** do transístor TR e "realimentá-lo" à **base**, quanto o de "corrigir" a fase do sinal, para que a oscilação tenha lugar... Nesse tipo de arranjo, como as perdas são substanciais, o transístor TR **deve** apresentar um **ganho** elevado, caso contrário a oscilação não tem como "começar"... A frequência da oscilação, no caso, é determinada pelos próprios valores dos capacitores e resistores, capazes de promover um maior ou menor "atraso" no transístor do sinal de realimentação. Não é uma configuração prática para a construção de um oscilador de frequência ajustável ou variável e funciona melhor em frequências relativamente baixas (na faixa "audível", portanto...). Devido à correção "escalonada" de fase, pela trinca de resistores/capacitores, a forma final do sinal gerado se aproxima da senoidal (a despeito da ausência de indutores...).

- **FIG. 10** - MULTIVIBRADOR ASTÁVEL - Fazer um circuito oscilar a partir de um único transístor, embora não seja difícil, é um tanto "trabalhoso"... É como quando o distinto Leitor/Aluno era ainda um garotinho (se não o for... **agora**...) e ia ao **play ground**, brincar naquele balanço individual. Se não havia ninguém para dar o "empurrão", ficava difícil começar a brincadeira, não é...? Só após um certo esforço, alguns impulsos "auto-gerados" e uma boa coordenação muscular, era possível "embalar" o movimento pendular (fisicamente semelhante a uma oscilação eletrônica...). Já quando a brincadeira era "a dois", numa gangorra, a coisa ficava bem mais fácil, não é...? Instantaneamente o balanço começava, pelo impulso alternado promovido pelos dois participan-

Fig. 9

Fig. 10

tes... Num oscilador do tipo MULTIVIBRADOR ASTÁVEL, tudo se passa com grande semelhança à dinâmica de um gangorra: são **dois** transístores (mais seus componentes de polarização) acoplados simetricamente um ao outro, de modo que, eletricamente, quando um "sobe" o outro "desce" e vice-versa! Ao ser aplicada inicialmente a alimentação, TR1 e TR2, polarizados respectivamente por RB1 e RB2 entram em condução, porém, devido a "minusculíssimas" diferenças de desempenho, ganho, etc. entre os dois componentes ativos, um deles, inevitavelmente, chega à saturação **antes** do outro (não importa qual...). Essa transição é imediatamente transmitida à **base** do "outro" transístor, via capacitor acoplado ao **coletor**, com o que a situação momentânea se inverte, ou seja: o "outro" transístor entra em condução, induzindo o "um" ao corte, e assim sucessivamente, com constante e rítmica inversão dos estados de condução/corte entre os dois transístores (é a própria "gangorra" elétrica...). Ocorrem, no oscilador tipo MULTIVIBRADOR ASTÁVEL, uma série de fenômenos e características: podemos recolher o sinal gerado em qualquer dos dois **coletores**. Se o fizermos simultaneamemte nos **dois**, notaremos que os sinais são simétricos, complementares e "antagônicos" (quando um se torna "positivo", o outro "negativo" e vice-versa...). Observem no esquema que, no "momento" T1 a Saída S2 está "alta", enquanto que a Saída S1 encontra-se "baixa"... No "momento" seguinte (T2) ambas as saídas se invertem, sempre mantendo o "antagonismo". A frequência ou o rítmo da "gangorragem" depende diretamente dos valores dos capacitores C1 e C2, bem como dos resistores (principalmente de RB1 e RB2). Podemos variar ou tornar ajustável a tal frequência através do dimensionamento dos valores desses componentes, entretanto, no que diz respeito a RB1 e RB2, não devemos esquecer que eles representam, **também**, os dimensionadores da corrente de polarização dos transístores, tendo, assim, certos limites mínimo e máximo para o perfeito desempenho do circuito (fora de tais limites os transístores "saem do ponto" e daí nada de oscilação...). Já quanto aos capacitores (como não exercem funções polarizadoras, mas apenas acopladoras...) "tudo vale", podendo ser determinados valores em faixa muito ampla, o que permite à configuração trabalhar desde em frequências extremamente baixas, até razoáveis velocidades (alguns milhões de "gangorragens" por segundo...). Notem ainda uma importante característica do MULTIVIBRADOR ASTÁVEL: se tudo for rigorosamente simétrico, entre os dois "lados" do circuito (na verdade são dois amplificadores monotransistorizados, em acoplamento "cruzado" - Saída de "um" na Entrada do "outro" e vice-versa...), as "durações" dos estados ou pulsos em ambas as Saídas serão idênticas. Teremos então uma ONDA QUADRADA MESMO, "purinha", com as durações dos níveis "altos" e "baixos" das tensões presentes em qualquer das Saídas, iguaizinhas... Já se fizermos, por exemplo, C1 com a **metade** do valor de C2, as Saídas (sempre "antagônicas" ou complementares...) mostrarão uma "duração" dos estados "alto-baixo" com a mesma assimetria atribuída aos valores dos capacitores de acoplamento (num lado, o estado "alto" durará o dobro do estado "baixo", e no outro lado, ao contrário: o estado "alto" durará a metade do estado "baixo"! Numa futura e específica "Aula", quando entrarmos no fascinante campo da Eletrônica Digital, veremos muitas aplicações práticas do MULTIVIBRADOR ASTÁVEL (entrementes, o Leitor/Aluno já viu - e verá - aplicações dessas configurações em montagens da Seção PRÁTICA do ABC...).

- **FIG. 11** - MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR (COM TRANSÍSTORES "NPN" E "PNP") - É um "parente" próximo do MULTIVIBRADOR ASTÁVEL feito com dois transístores de polaridade única, apenas que, usando habilmente a possibilidade de aplicarmos dois transístores de oposta polaridade (um NPN, um PNP...). Com esse truque, simplificamos ainda mais os acoplamentos, uma vez que um deles é feito de maneira pratica-

MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR (NPN-PNP)

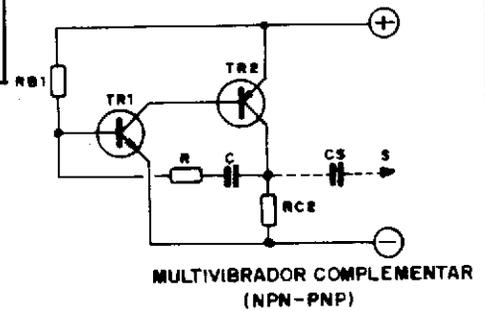
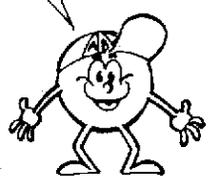



Fig. 11

mente direta (**coletor** do NPN alimentando a **base** do PNP sem a interveniência de **nenhum** componente, notem...). Ao aplicarmos inicialmente a alimentação ao circuito, o NPN (TR1) é automaticamente polarizado por RB1, conduzindo, e "levando" a necessária polarização de **base** a TR2 (PNP). Este, ao conduzir, produz um pulso de tensão sobre seu resistor de carga de **coletor** (RC2) que, levado pelo capacitor C, em série com o resistor R, atuam sobre a **base** de TR1 no sentido de, momentaneamente, levá-lo ao corte. Com isso, tudo recomeça do "zero", com TR1 recebendo (assim que cessa a descarga de C) sua polarização de RB1, e assim por diante... A maneira prática de modificar ou ajustar a frequência de funcionamento, num multivibrador complementar, é atuar sobre os valores do resistor RB1 e do capacitor C. Acontece que RB1 é também o "polarizador" da **base** de TR1, e assim não pode ter seu valor "mexido" além ou aquém de certos limites, para não tirar TR1 do ponto ideal de funcionamento (de novo lembrar que TR1 e TR2 não **são** mais - no circuito - do que simples amplificadores, interligados de forma "cruzada"...). De qualquer modo, a configuração permite uma boa faixa de frequências de funcionamento, desde uns poucos Hertz (ciclos por segundo, lembram-se...?) ou até **menos** do que isso, até alguns milhões de ciclos por segundo. O sinal gerado é normalmente "recolhido" (se for usado externamente ao bloco...) no coletor de TR2, via um capacitor isolador (para que "percursos" de C.C. externos não possam interferir com os tempos de carga/descarga de C...) CS e apresenta uma nítida forma retangular, tipo "tudo ou nada" (ver fig. 6-C e 6-D, lá atrás...).

●●●●●

QUANTO À POLARIDADE DOS TRANSÍSTORES

O Leitor/Aluno atento, terá notado que em todas as configurações exemplo, foram mostrados transístores de polaridade NPN (exceto na configuração do MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR, onde forçosamente **um** dos dois transístores deve ser PNP...). Lembrando porém das 1ª e 2ª parte da "Lição" Teórica sobre os Transístores (respectivamente em ABC nº 6 e 7...), devemos notar que basta inverter as polaridades indicadas para a alimentação, em todos os exemplos, para que seja possível estruturar os circuitos com transístores PNP, sem problemas! No caso específico da configuração mostrada na fig. 11, invertendo-se a polaridade da alimentação, basta colocar o transístor PNP no lugar do NPN e vice-versa, para que tudo funcione "nos conformes".

●●●●●

COMO USAR OS SINAIS GERADOS PELOS OSCILADORES

Conforme dissemos lá no começo da presente "Lição", de nada serviria um oscilador cujo sinal não pudesse ser usado ou aproveitado para funções externas ao bloco... A utilidade seria tão grande quanto a daqueles (são "poucos", né...?) senadores e deputados que só estão "lá" para propor e votar Leis que lhes aumentem os próprios salários e coisas assim..

Todo e qualquer bloco oscilador, portanto, **tem** que ter uma "sobra" de energia, na sua Saída, para utilização, aproveitamento ou pro-

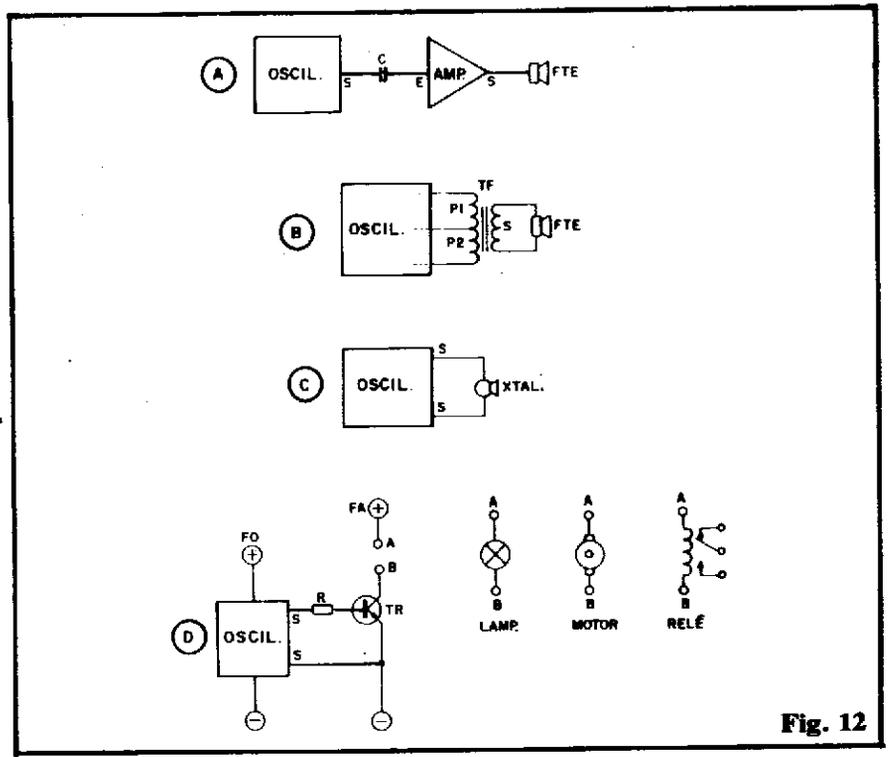



Fig. 12

cessamento, por outros blocos circuitais ou dispositivos "finais", periféricos. Vamos ver algumas possibilidades (as mais comuns...) de "aproveitamento" e utilização dos sinais oscilatórios gerados pelas configurações até agora exemplificadas.

- **FIG. 12-A** - Se a "sobra" de energia na Saída do Oscilador for pouquinha, isso não é preocupante! Com toda facilidade podemos acoplar-lhe um... AMPLIFICADOR (que já estudamos, em suas bases, na "Aula" anterior...), elevando assim o nível ou a potência do sinal a ponto de utilizá-la como convenha! No diagrama/exemplo, temos um oscilador de áudio (frequência relativamente baixa, portanto...) de baixo rendimento, e queremos excitar um alto-falante. Simplesmente, via capacitor de acoplamento C, "puxamos" o sinal para a entrada E de um amplificador, a cuja Saída S ligamos o tal alto-falante, obtendo aí todo o "berro" que queríamos! Os Leitores/Alunos verão muitos arranjos desse tipo, ao longo do nosso "Curso"...

- **FIG. 12-B** - Às vezes a "sobra" de potência para uso externo, oferecida por um bloco oscilador, é substancial. Nesse caso, podemos aproveitá-la quase que diretamente! Numa configuração tipo Hartley, por exemplo, o próprio indutor/transformador usado na realimentação interna do bloco, pode, através de um enrolamento **secundário**, energizar um alto-falante (obviamente com o oscilador trabalhando em frequência audível...).

- **FIG. 12-C** Um alto-falante é um transdutor de relativa baixa impedância (ou seja: pequena Resistência ao sinal pulsado que o excita...), com o que os naturais níveis de corrente por ele requeridos, podem ser mais "bravos" do que os "extraíveis" de um bloco oscilador simples. Em alguns casos (como sugere o diagrama...) basta adotar um transdutor com **alta impedância** (no caso uma cápsula piezo-elétrica, de cristal, que estudaremos em futura "Aula" específica...) que apresenta bom rendimento sonoro, sem "chupar" excessiva energia do próprio circuito (precisa só de um "tiquinho" de Corrente...).

- **FIG. 12-D** - Em alguns casos e aplicações, o nível de energia final, requerido pela aplicação, é "bravo"... Por exemplo: queremos que um oscilador de baixíssima frequência (frações de Hertz, ou um ciclo a cada vários segundos...) acione uma lâmpada, um motor ou qualquer outro dispositivo ainda mais "oneroso" em termos de potência. Existem soluções simples e práticas para tais requisitos, algumas delas mostradas no diagrama. Um único transístor (de características e parâmetros apropriados) pode amplificar os sinais oferecidos pelo Oscilador (via resistor/limitador/polarizador R) a ponto de energizar diretamente a lâmpada ou o motor (se estes puderem trabalhar sob C.C., e dentro dos limites do próprio transístor TR). Já se a tal lâmpada ou mesmo o motor, só puderem trabalhar energizados por C.A. (alta tensão e alta corrente...), ainda assim o "truque" do transístor amplificador continua válido! Basta acoplar, como "primeira carga" do dito transístor, um simples relê (revejam a "Aula" nº 4...). Aí, através dos contatos de trabalho do dito relê, podemos fazer "mil e uma", comandando cargas realmente "pesadas"! Observem ainda que, em muitos casos, a Fonte de Alimentação do Oscilador (FO) e a Fonte do Amplificador (FA) podem ser **uma só**, porém nada impede que distintas fontes de energia (cada uma de acordo com os requisitos do "seu" bloco alimentado...) sejam utilizadas. No caso do diagrama/exemplo, sempre que a Saída S do bloco oscilador ficar suficientemente **positiva**, "forçará", via resistor R, uma corrente de **base** em TR também suficiente para que este (através do seu ganho ou fator de amplificação...) forneça corrente de acionamento à carga ligada aos pontos "A-B", seja ela qual for. Já quando a Saída S do Oscilador "descer" a níveis incapazes de excitar o transístor, este "desligará" a carga, "negando-lhe" a necessária corrente via **coletor**...

•••••

O "AJUSTE FINO" DA FREQUÊNCIA...

Conforme citamos na descrição básica das várias configurações osciladoras mostradas na presente "Lição", o "segredo" da determinação da FREQUÊNCIA de funcionamento está no dimensionamento calculado dos componentes (geralmente Resistores, Capacitores ou Indutores, ou mesmo "combinações" desses componentes...) que formam a rede de **Realimentação e Correção de Fase**... As diversas "Constantes de Tempo" (ver "Aula" nº 2) que podem ser obtidas através de combinações específicas de valores, determinam os "atrasos" com que as variações do sinal transitam em realimentação, da Saída para a Entrada do bloco Amplificador/Oscilador, e assim diretamente, fixam a própria FREQUÊNCIA ou rítmo com o qual se dá o fenômeno oscilatório.

- Lembrando: **FREQUÊNCIA** é a grandeza que significa simplésmente "quantidade por tempo"... Exemplo: se Você vai jogar futebol todo domingo, a FREQUÊNCIA (com a qual Você joga...) é, obviamente, SEMANAL. Podemos traduzir isso em números, de várias formas: 1 j/S (um jogo por semana) ou 52 j/A (cinquenta e dois jogos por ano), e assim por diante... Em Eletro-Eletrônica costumamos contar os **eventos por segundo**. No caso de uma variação periódica de polaridade, intensidade, nível, etc., de determinado sinal, à qual damos o nome genérico de CICLO, fazemos a "contagem" em CICLOS POR SEGUNDO. A Unidade atribuída à FREQUÊNCIA é o HERTZ (como homenagem ao importante cientista que, no passado, estudou as manifestações elétricas oscilatórias...), e cujo "valor" é de exatamente UM CICLO POR SEGUNDO. Assim, quando dizemos: "uma Corrente Alternada de 60 Hz" (**Hz é a abreviatura de**

Hertz), estamos nos referindo a uma corrente cuja variação periódica completa ocorre **sessenta vezes por segundo**. Da mesma forma que fazemos com as outras grandezas elétricas, também utilizamos, na notação de FREQUÊNCIA, em Hertz, as indicações de múltiplos, abreviadas por "k" (para "mil vezes"), "M" (para "um milhão de vezes"), "G" (para "um bilhão de vezes") e assim por diante! Alguns exemplos:

- 1 KHz - "um quilohertz" ou "mil eventos cíclicos por segundo"
- 1 MHz - "um megahertz" ou "um milhão de eventos cíclicos por segundo".
- 100,9 MHz (ou 100M9 Hz) - "cem milhões e novecentos mil eventos cíclicos por segundo".

Como regra geral, quanto MENORES forem os valores dos RESISTORES / CAPACITORES / INDUTORES da RCF, MAIOR será a FREQUÊNCIA de oscilação, e vice-versa, numa relação inversamente proporcional (os eventos são mais lentos com valores elevados nos componentes, e mais rápidos com valores mais baixos nos componentes).

- **FIG. 13** - Conforme já estudamos, existem os resistores variáveis ou ajustáveis (potenciômetros, trimpots...) bem como os capacitores variáveis. Assim (conforme sugerem os itens A e B da fig. 13) se utilizarmos, nas RCF tais componentes de valor "não fixo", podemos, dentro de certa faixa ou limites, alterar à vontade a FREQUÊNCIA de funcionamento dos osciladores. Isso constitui, na verdade, uma solução circuital **muito usada**. Em alguns casos (mais raros, mas ainda assim efetivos e úteis...) o eventual ajuste da FREQUÊNCIA também pode ser feito através de um Indutor variável ou ajustável, ou seja: uma bobina dotada de um núcleo (ferro, ferrite, etc.) que pode, mecanicamente, ser mais ou menos "enfiado" dentro do dito enrolamento. Com tal ação (que traz algumas complicações "mecânicas", e por isso é menos utilizado, salvo em circuitos de Altas Frequências...) o "poder" de concentrar o campo eletro-magnético inerente ao indutor (ver "Aula" nº 4) pode ser dimensionado à vontade, também dentro de certa faixa ou limites, variando com isso o "tempo" de estabelecimento e colapso do tal campo e, consequentemente, dimensionando a FREQUÊNCIA da oscilação. Ao longo dos exercícios Experimentais e Montagens PRÁTICAS do nosso "Curso", veremos inúmeros exemplos desses tipos de controle da FREQUÊNCIA... Estejam atentos.

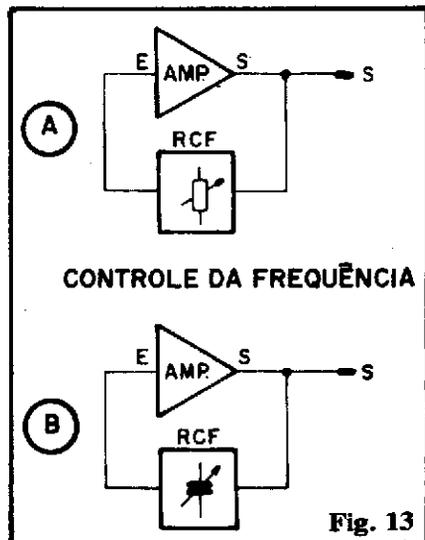



Fig. 13

●●●●●

EXPERIÊNCIA

(CONSTRUINDO UM OSCILADOR E VERIFICANDO O SEU FUNCIONAMENTO)

Como é costume aqui em ABC, anexo à "Lição" puramente Teórica, o Leitor/Aluno recebe a possibilidade de realizar importantes e elucidativas Experiências, nas quais pode comprovar, "ao vivo", os conceitos estudados! Essa é - acreditamos - a melhor maneira de assimilar perfeitamente todos os "meandros" e "macetes" da moderna Eletrônica. Como em tudo na vida, a PRÁTICA é insubstituível... Querem um exemplo "radical"...? Qual de Vocês aceitaria ser operado de um apêndice inflamado, por um médico em seu **primeiro** trabalho cirúrgico, depois de ter se formado numa escola onde **todo** o aprendizado tivesse sido feito **unicamente** "nos livros"...? Nem "babando", meu! Nas mãos de um hipotético cirurgião desse tipo, um nobre bisturi não seria mais do que uma faca, igualzinho às que Você usa para descascar laranja ou passar manteiga no pão!

Assim, para que o Leitor/Aluno possa "tomar confiança", no que faz e no que entende, realizamos as EXPERIÊNCIAS, preferivelmente no sistema "sem solda", de modo que nada seja danificado e tudo possa, em aplicações futuras, ser reaproveitado (**economia** é a "chave", atualmente, nesses tempos "roxíssimos" em que vivemos).

Em futuras "Aulas" e "Lições" específicas, ensinaremos o uso dos práticos "Proto Boards" (Matrizes de Contatos), porém como tais dispositivos não são de preço muito baixo, por enquanto vamos ficando nos substratos em forma de barra de conetores parafusáveis, tipo "Sindal" ou "Weston", que são práticos e baratos (ainda que, conforme o Leitor/Aluno vá "crescendo" em seus conhecimentos e prática, possa se tornar um tanto "incômodo"...).

Começamos a presente EXPERIÊNCIA pela LISTA DE PEÇAS, de modo que Vocês possam selecionar os componentes entre os que já possuem e - eventualmente - adquirir os demais, lembrando sempre que uma das firmas consorciadas com ABC, EMARK ELETRÔNICA (ver Anúncio em outra parte da presente Revista/"Aula"...) oferece os PACOTES/AULA completos, pelo Correio, facilitando a vida de quem mora nas cidades menores ou muito afastadas...

- **FIG. 14** - O "esquema" do circuito/experiência. Os Leitores/Alunos que "não faltaram" a nenhuma das "Aulas" anteriores (com aquelas "velhas" desculpas que Estudantes sempre usam, tipo "eu estava com dor de dente" ou "tive que retirar meu avô, que ficou preso na chaminé quando fingia de Papai Noel", essas coisas...) já **sabem** interpretar um diagrama esquemático, sem problemas.... O fundamental é fazer as referências de cada componente "real",

LISTA DE PEÇAS

(EXPERIÊNCIAS)

- 1 - Transístor BC549 (NPN, baixa potência, baixa frequência, alto ganho).
- 1 - Transístor BC558 (PNP, baixa potência, baixa frequência, bom ganho)
- 1 - LED (Diodo Emissor de Luz) vermelho, redondo, 5 mm (pode, em equivalência, ser usado um de qualquer outra cor, formato e tamanho...).
- 1 - Alto-falante mini, impedância de 8 ohms (pode, em equivalência, ser usado qualquer alto-falante que o Leitor/Aluno já possua, de qualquer tamanho, impedância de 8R ou mais...)
- 1 - Resistor de 10R (marrom-preto-preto) x 1/4 watt
- 1 - Resistor de 1K (marrom-preto-vermelho) x 1/4 watt
- 1 - Capacitor de poliéster, de 470n (se for "zebrinha", com as cores amarelo-violeta-amarelo...)
- 1 - Potenciômetro de 2M2, linear
- 2 - Barras de conetores parafusáveis tipo "Sindal" (12 segmentos cada - serão cortadas nos tamanhos necessários)
- - Fio (cabinho) para as ligações
- 1 - Suporte para 4 pilhas pequenas

NOTA : DIVERSOS/OPCIONAIS: Muitos dos componentes relacionados na presente LISTA DE PEÇAS talvez já façam parte do "estoque" do Leitor/Aluno, adquiridos que foram para Experiências anteriormente mostradas em ABC. Se isso se verificar, uma boa economia poderá ser conseguida... A seguir, alguns itens complementares:

- - Resistores ("RX") em valores diversos (entre 100K e 10M) que eventualmente o Leitor/Aluno já possua.
- 2 - Preguinhos ou parafusos metálicos pequenos (cujo diâmetro lhe permita "entrar" nos segmentos dos conetores parafusáveis de barra/substrato.
- - Ferro de soldar e solda, para as eventuais conexões semi-provisórias aos terminais do alto-falante e do potenciômetro (que não "entram", normalmente, nos segmentos dos conetores parafusáveis de barra/substrato).

Fig. 14

seu terminais, polaridades, etc., com o respectivo símbolo, bem como as interligações das peças, todas elas representadas no "esquema". Memória, atenção e "comparação"... Nada mais do que **isso** o Leitor/Aluno necessita para "ler" um "esquema" com facilidade! Observem que no caso do OSCILADOR EXPERIMENTAL que vamos construir (e "bolinar" à vontade...), existem algumas conexões "em aberto", justamente destinadas às experiências, substituições e verificações: os pontos "A-A", por exemplo, destinam-se à conexão de componentes **externos**, que tanto pode ser o Resistor "RX" (qualquer valor, entre 100K e 10M), ou um potenciômetro de 2M2 (linear), ou mesmo os "lindos dedinhos" do montador, conforme veremos. Os pontos "B+ e B-" destinam-se à ligação de um LED externo (como o LED **tem** polaridade, esta encontra-se nitidamente demarcada nos respectivos terminais). Finalmente os pontos "C-C" servem para ligação externa de um alto-falante. Notar ainda a "flexibilidade" na tensão de alimentação, que pode ficar entre 3 e 9 volts (2 pilhas, 4 pilhas ou bateriazinha...), embora na LISTA DE PEÇAS, apenas para ter um parâmetro, tenhamos indicado "um suporte para 4 pilhas pequenas", o que pressupõe uma alimentação de 6V...

- **FIG. 15** - Componentes utilizados no circuito experimental, em suas aparências, símbolos e identificação de terminais e polaridades. Atenção principalmente aos transístores que, "por fora", são idênticos, porém dependendo dos seus códigos (BC549 e BC558) podemos identificar um deles como de polaridade NPN e outro como PNP. Observar também o LED, quanto à identificação dos seus terminais "A" (anodo) e "K" (catodo). O resto é "resto" (quem ainda não decorou, está "marcando"...).

- **FIG. 16** - "Chapeado" da montagem, ou seja: a vista "real" dos principais componentes já fixados, elétrica e mecanicamente so-

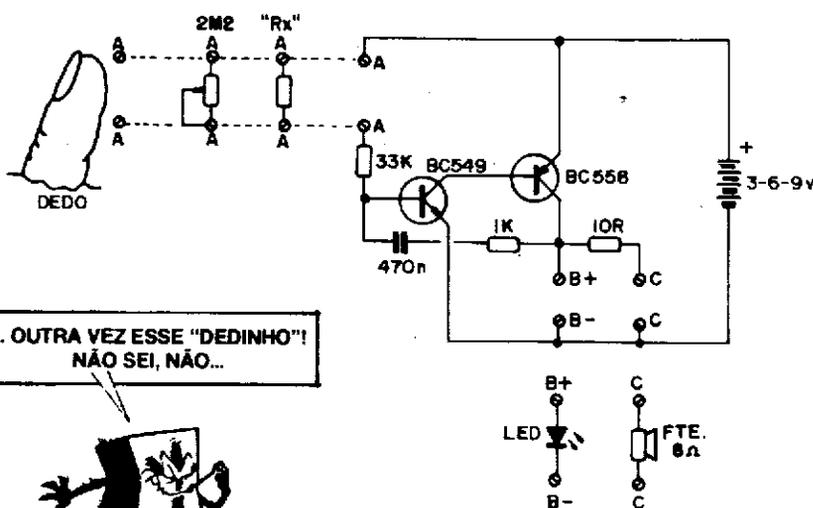



Fig. 15

bre o substrato (barra de conetores). Observar a numeração atribuída aos segmentos da barra principal, que facilitará a identificação de cada ponto de ligação. Cuidado com a posição dos dois transístores (e com seus códigos respectivos), com os valores dos resistores (em função das posições que ocupam), com os diversos "jumpers" (simples pedaços de fio interligando segmentos de barra), com a polaridade da alimentação (pilhas) e finalmente com a perfeita identificação dos conetores destinados às experimentações (ligações de componentes **externos** ao bloco mostrado, conforme veremos adiante...).

- FIG. 17 - SEQUÊNCIA DA EXPERIÊNCIA - ver também a fig. 18, a seguir...) - Conforme dá para perceber a partir do "esquema" (fig. 14), aos pontos "A-A" o Leitor/Aluno poderá, experimentalmente, ligar "RX", um resistor de valor **qualquer** entre 100K e 10M (analisando os resultados que os diversos valores experimentados gerarem na Saída do nosso Oscilador Experimental), ou ligar (via dois pedacinhos de fio, já que os terminais são curtos e grossos...) o potenciômetro de 2M2, variando o seu ajuste e analisando "o quê" acontece na Saída do Oscilador, ou ainda fixar aos conetores dois pequenos pregos ou parafusos, usando-os como "contatos de toque", para simplesmente "por o dedo", e fazer com que a resistência da própria pele atue como parte integrante do circuito.

- FIG. 18 - Para monitorar a Saída do nosso Oscilador Experimental, temos várias possibilidades, todas elas destinadas a "traduzir" os fenômenos cíclicos puramente elétricos, em manifestações que nossos sentidos possam notar: ou liga-se um LED (terminal "A" ao ponto "B+" e terminal "K" ao ponto "B-"), caso em que os pulsos gerados pelo Oscilador se apresentarão com lampejos luminosos no LED, ou liga-se um alto-falante (através de peçados de cabinho, já que os terminais são impraticáveis para conexão direta à barra...) aos pontos "C-C", com o que os fenômenos elétricos serão traduzidos em SOM, ou ainda usar simultaneamente **os dois** tipos de monitoramento (LED e alto-falante), de modo a obter manifestações visuais e sonoras ao mesmo tempo!

●●●●●

ANALISANDO OS RESULTADOS DA EXPERIÊNCIA

Observando cuidadosamente o "esquema" (fig. 14) veremos que o Oscilador Experimental é do tipo MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR cuja configuração básica havia sido mostrada na fig. 11. Conforme lá explicado, a realimentação é feita pelo capacitor de 470n (em série com o resistor de 1K), enquanto que a frequência de funcionamento é **também** dependente do resistor de polarização de **base** do primeiro transístor (BC549, no caso da Experiência...). Temos, como "limitador" ou valor mínimo, o resistor de 33K normalmente

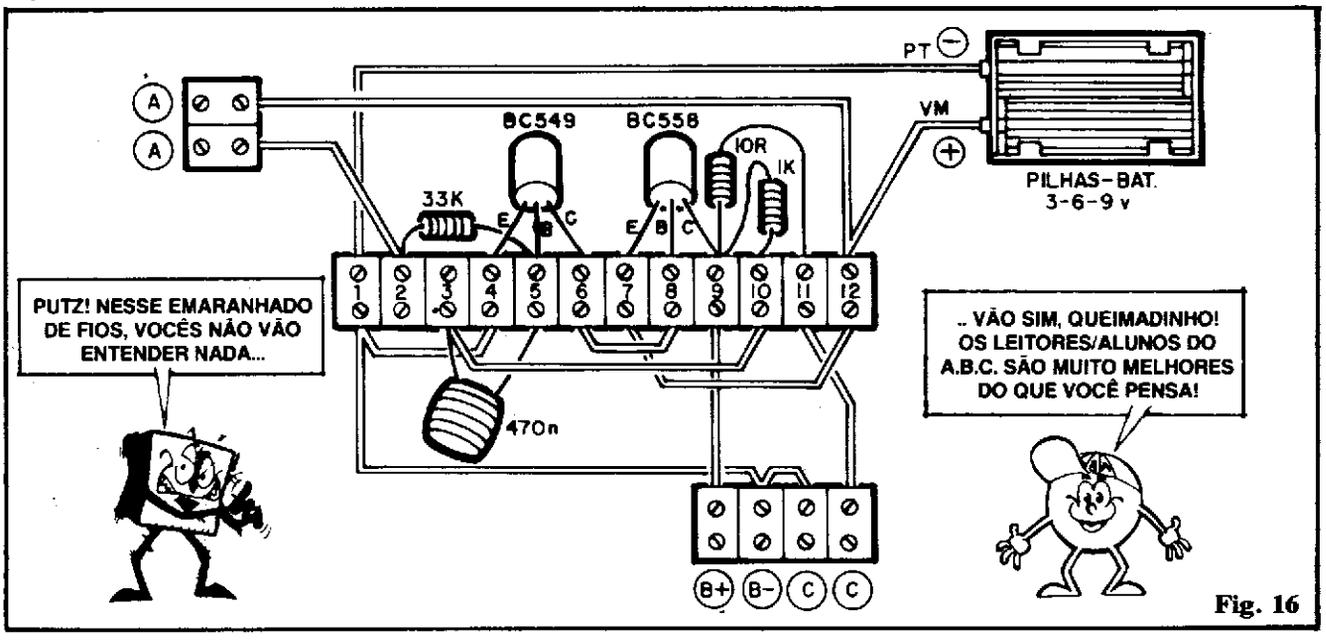



Fig. 16

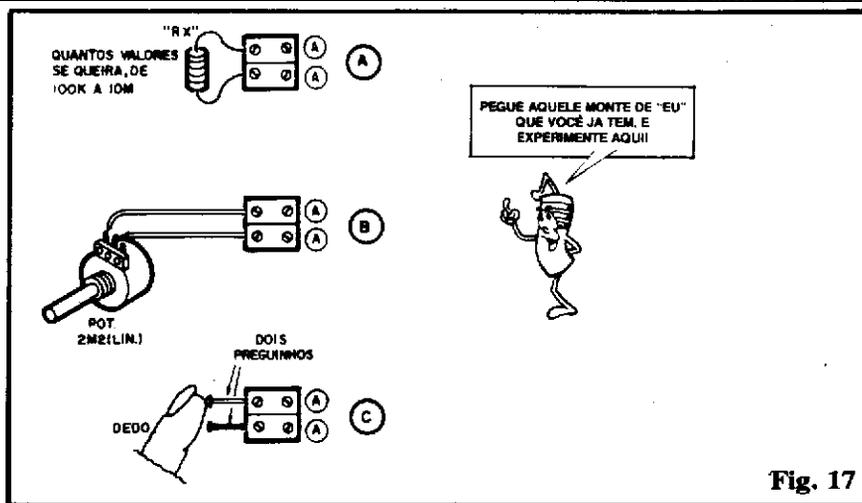



Fig. 17

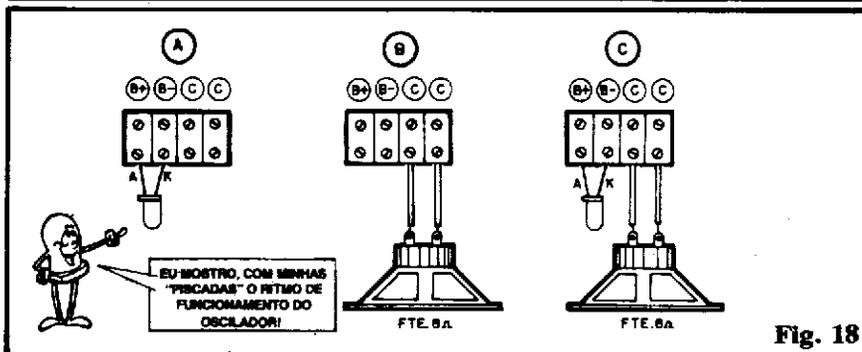



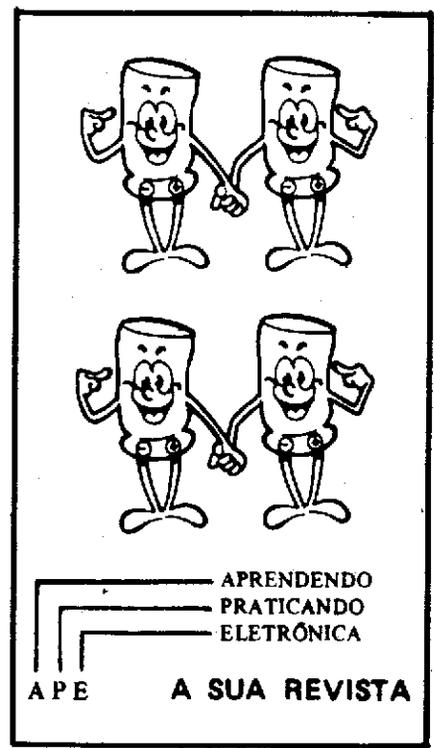
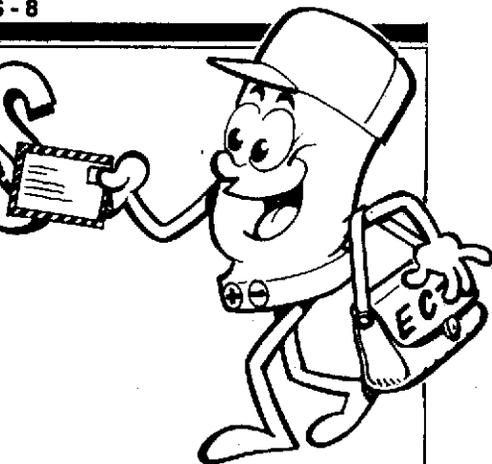
Fig. 18

acoplado à **base** do BC549... Assim, dependendo das opções exemplificadas na fig. 17, o valor resistivo aplicado entre os pontos "A-A" simplesmente será **somado** ao resistor de 33K, para efetiva ação na polarização e "temporização" dos ciclos da oscilação. Com um valor muito elevado da Resistência, nesses pontos Experimentais, teremos uma oscilação **bem** lenta, manifestada na forma de "piscadas" bem definidas no LED (18-A ou 18-C) ou em um "toque-toque" bem ritmado nos alto-falantes (18-B ou 18-C). Já com valores relativamente baixos de Resistência entre os pontos "A-A", a oscilação se dará num rítmo (FREQUÊNCIA) bem mais rápido! Observem que, nesse segundo caso, o LED "parecerá" aceso firmemente, porém, na verdade, ele estará ainda "piscando", tão rapidamente que para nossos olhos (incapazes de "separar" eventos **mais rápidos** do que aproximadamente 10 vezes por segundo...) estará simplemente "aceso"... Já pelo alto-falante, no lugar do "toque-toque", ouviremos um "tom", um apito forte e contínuo (serão "centenas de toque-toques" por segundo, com o que nossos ouvidos "emendarão" o fenômeno numa espécie de "nota musical"...). Enfim, analisem bem, raciocinem a respeito, e procurem tirar conclusões tipo "por quê acontece", em cada possibilidade da Experiência... É **assim** que se aprende, que se "intui" o desenrolar dos fenômenos!

- O que acontece quando colocamos no lugar de "RX" um resistor de 100K...? Por que acontece?
- E quando botamos como "RX" um resistor de 10M? Como fica a Saída do Oscilador? E por que...?
- Colocando nos pontos "A-A" o potenciômetro de 2M2, e girando o seu ajuste, o que acontece, e por que...?
- E quando botamos lá os preguinhos (17-C) e aplicamos um dedo sobre os ditos cujos, como se manifesta o Oscilador...? Qual a razão da manifestação obtida? Experimentem colocar o dedo "lá", bem limpo e seco... Verifiquem o resultado. Depois, lambam (com todo o respeito...) o dito dedo, e apliquem-no, novamente, nos contatos (Verifiquem antes se não tem ninguém por perto, observando, senão poderão ser taxados de loucos... Apesar de que, nos tempos atuais, "louco" é elogio...). O que acontece...? Qual a razão...?

Devido às proteções existentes (justamente para prevenir qualquer "maluquice" dos Leitores/Alunos...), Vocês podem ligar praticamente **qualquer** componente, de qualquer valor, aos pontos "A-A" e analisar os resultados (tirando suas conclusões). Também aos pontos "C-C" (nunca aos pontos "B+ e B-", que **não têm** proteção e **têm** polaridade, destinados unicamente à ligação de LEDs...) podem ser experimentadas ligações de diversos transdutores: fones, pequenas lâmpadas, sempre lembrando que aí se manifesta a **Saída** do Oscilador.

Brinquem aprendendo, e aprendam brincando... Quem tiver dúvidas ou não conseguir interpretar algum resultado das suas Experiências, pode escrever para a Seção de CARTAS... Por outro lado, quem conseguir obter comportamentos interessantes e/ou práticos da Experiência, pode também mandar suas idéias para o TROCA-TROCA (Feira de Projetos).

●●●●●

COZINHA

A Seção de CARTAS da ABC destina-se, basicamente, a esclarecer pontos, matérias ou conceitos publicados na parte Teórica ou Prática da Revista, e que, eventualmente, não tenham sido bem compreendidos pelos Leitores/Alunos. Excepcionalmente, outros assuntos ou temas **podem** ser aqui abordados ou respondidos, a critério único da Equipe que produz ABC... As regras são as seguintes: (A) Expor a dúvida ou consulta com clareza, atendo-se aos pontos **já publicados** em APE. **Não** serão respondidas cartas sobre temas ainda não abordados... (B) Inevitavelmente as cartas só serão respondidas após uma pré-seleção, cujo crivo básico levará em conta os assuntos mais relevantes, que possam interessar ao maior número possível de Leitores/Alunos. (C) As cartas, quando respondidas, estarão também submetidas a uma inevitável "ordem cronológica" (as que chegarem primeiro serão respondidas antes, salvo critério de importância, que prevalecerá sobre a "ordem cronológica"...). (D) NÃO serão respondidas dúvidas ou consultas pessoalmente, por telefone, ou através de correspondência **direta**... O **único** canal de comunicação dos Leitores/Alunos com a ABC é **esta** Seção de CARTAS. (E) Demoras (eventualmente **grandes**...) são absolutamente inevitáveis, portanto não adianta gemer, ameaçar, xingar ou fazer beicinho: as respostas só aparecerão (se aparecerem...) quando... aparecerem!

Endereçar seu envelope assim:

Revista **ABC DA ELETRÔNICA**
Seção de **CARTAS**
KAPROM - EDITORA, DISTRIBUIDORA E PROPAGANDA LTDA.
R. General Osório, 157
CEP 01213 - São Paulo - SP

"É muito bom ter esse espaço para a manifestação dos Leitores/Alunos... Aproveito para solicitar uma matéria específica sobre o MULTÍMETRO, devido à suma importância desse aparelho para todos nós (hobbystas, estudantes, técnicos, reparadores, etc.)... Seria de grande ajuda sabermos os "mistérios" das medições de componentes ativos e passivos, já que em muitas montagens, às vezes ficamos em dúvida quanto às boas condições das peças que adquirimos... Assim, peço que numa das próximas Edições do ABC seja feita uma completa "devassa" nesse instrumento..." - Edilson Ferreira de Barros - Duque de Caxias - RJ

Você tem toda a razão sobre a importância do MULTÍMETRO no dia-a-dia do Estudante, Hobbysta ou Técnico, Edilson! É só aguardar um pouco, que temos, para futuro próximo, prevista uma "Aula" totalmente dedicada aos Instrumentos e Medições (inclusive com "dicas" ótimas que permitirão ao Leitor/Aluno **construir** seus próprios Instrumentos). Não esqueça, contudo, que "não só do MULTÍMETRO vive o Universo dos Instrumentos de Medição"! Muitos outros aparelhos específicos para testes e avaliações de componentes e circuitos também têm **enorme** importância e valia nas atividades e no aprendizado da Eletrônica... ABC estará **sempre** "olhando" para esse lado, inserindo na Seção de PRÁTICA, montagens de Instrumentos de Bancada (como é o caso do simples e válido TESTADOR UNIVERSAL DE TRANSÍSTORES, cuja construção e uso foram descritos na "Aula" nº 6...). Fique conosco e não se acanhe de mandar - sempre que queira - sugestões e solicitações... Embora ABC tenha já um "esqueleto" ou um cronograma mais ou menos estabelecido para o andamento dos temas e "Aulas", conforme já dissemos várias vêzes, nada aqui é "rígido" e sob a pressão dos justos anseios da turma, podemos alterar a eventual **ordem** das matéria, ou mesmo inserir no "Curso" temas que não estavam inicialmente previstos!

•••••

*"Li com atenção a ABC nº 1 e gostei muito, porém me permaneceu uma dúvida: nas associações de resistores, em **série** e em **pararelo**, como é que fica a história da potência (dissipação) resultante...? Por exemplo: se eu associar, em série, 4 resistores de 1/2 watt cada, qual será a dissipação máxima total (1/2, 1/4, 1 ou 2 watts)? Creio que vários colegas, Leitores/Alunos do ABC tenham também dúvidas a respeito..." - Sérgio Ricardo de Melo Queiroz - Recife - PE*

Parece que já fizemos, em "Aulas" anteriores, alguma menção a esse pequeno problema de interpretação (que é - concordamos - muito comum entre os principiantes...), mas aí vão algumas explicações complementares, para Você, Sérgio, e para os demais Leitores/Alunos que porventura ainda estejam "no ar"... Notar, inicialmente, que o **valor ôhmico** e a **dissipação** ("wattagem") são parâmetros inerentes ao componente e que, portanto, **não mudam**, mesmo estando o resistor associado a outros, em redes complexas! Isso quer dizer que um resistor de 10R terá **sempre** "dez ohms", onde quer que ele esteja metido! Da mesma forma, um resistor cuja dissipação máxima indicada pelo fabricante seja de 1/2W será sempre **capaz**, individualmente, de dissipar "meio watt" (lembrar ainda que ele **pode**, perfeitamente, dissipar **menos** do que 1/2W, porém **mais** do que isso, ele "frita"...). Observar, então, que resistores basicamente (como todos os demais componentes eletro-eletrônicos...) "lidam" com **correntes** e **tensões**, e que tais grandezas (o **produto** de uma pela outra) determinam a POTÊNCIA desenvolvida sobre o dito componente, e assim o "quanto, em **watts**, que ele deve ser capaz de dissipar". Dessa maneira (ver fig. 1) não podemos considerar, no cálculo da dissipação total de um arranjo ou associação, **apenas** os parâmetros individuais de dissipação máxima ("wattagens") dos resistores envolvidos, mas também seus valores ôhmicos, as correntes e tensões presentes, etc. A partir de todos esses dados, obtemos a situação **real**, em termos de necessidade de dissipação, dimensionando então os compo-

nentes de forma adequada... Isso não quer dizer, contudo, que não possamos parametrar facilmente as dissipações máximas esperadas de um conjunto, sabidas as individuais! No primeiro exemplo da fig.1, dois resistores **em série**, cada um de 10R x 1/2W, resultam, na prática, num valor final de 20R (já vimos o cálculo em "Aula" específica...) e numa dissipação total máxima de 1/2W. Já no caso do segundo exemplo, os mesmos dois resistores de 10R x 1/2W cada, agora **em paralelo**, resultam num valor final de 5R (também já aprendemos a calcular...), porém **o conjunto** pode agora dissipar até 1W, uma vez que a corrente total entre os pontos A-B é "distribuída", dividida, igualmente entre os dois componentes (situação diferente daquela verificada no primeiro exemplo - **série**, onde a **mesma** corrente que "passa" por um dos resistores, "percorre" também o outro...). Se Você quiser "ir fundo" no assunto, Sérgio, experimente atribuir uma tensão qualquer aplicada entre os pontos A-B de cada caso/exemplo (digamos, 6 volts) e faça individualmente os cálculos de corrente e potência, em **cada** resistor de cada arranjo, tirando suas conclusões... Não é difícil.

●●●●●

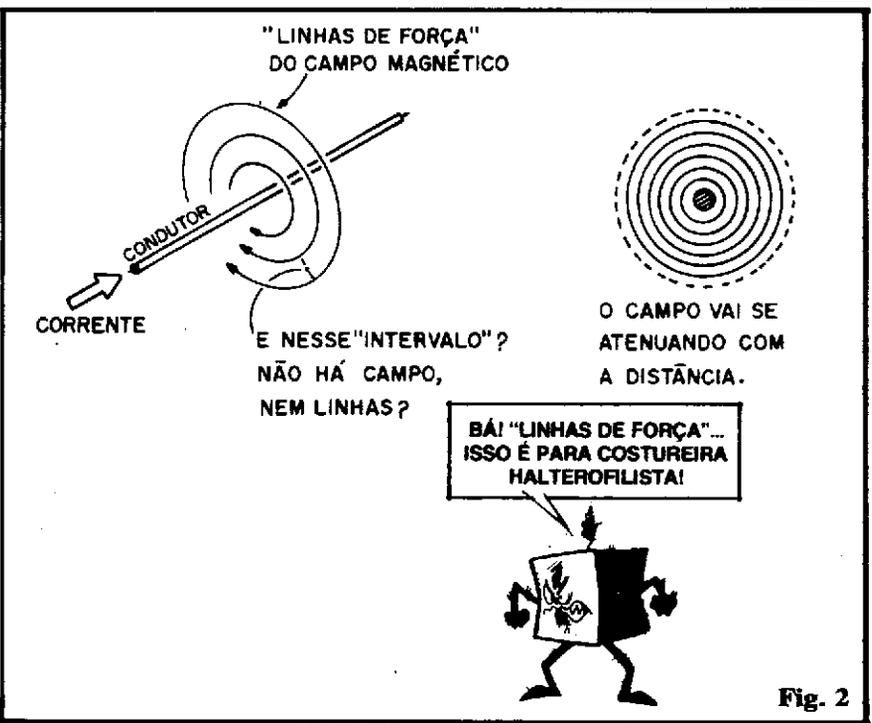
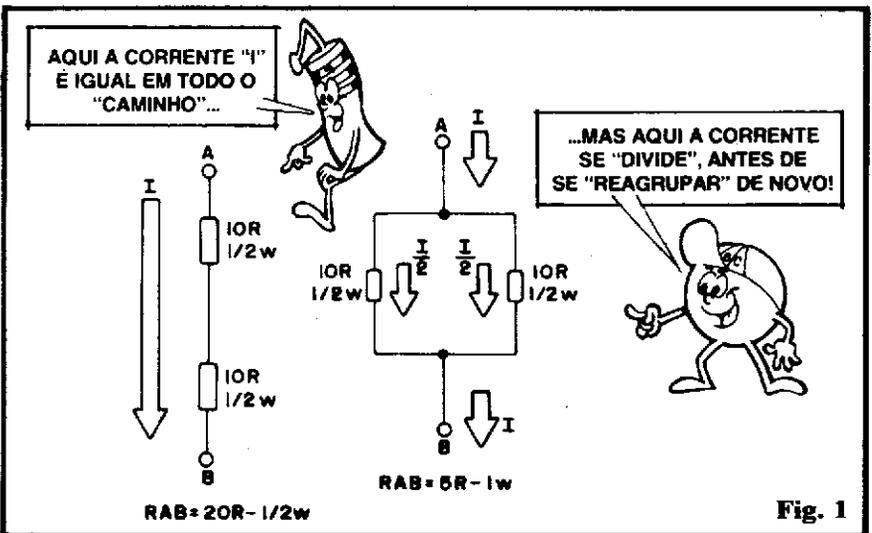
"Sou fascinado por Eletrônica, mas nunca consegui entender as revistas sobre o assunto, talvez devido à "linguagem" muito técnica, ou aos projetos de nível superior ao meu grau de entendimento... Com a ABC, porém, estou entendendo tudo, tanto na parte Teórica, quanto nos Projetos... Achei ótima todas as Seções, principalmente os catálogos e o Arquivo Técnico... Como estou começando, gostaria de saber a finalidade do "Prontolabor"..." - Ricardo Avarese de Figueiredo - São Paulo - SP

Bom que Você esteja achando fácil acompanhar ABC, Ric! É exatamente com essa intenção que produzimos a nossa "Revista/Curso", no sentido de desmistificar alguns velhos "tabus" que persistem no Ensino Técnico, ainda que informal, em nosso País! Quanto ao "Prontolabor" (isso é uma **marca**, Ric, não o "nome de um dispositivo"...), que outros fabricantes denominam "Protoboard", "Placa Experimental", etc., não passa de uma matriz de contatos, sendo estes em grande número, distribuídos sobre uma base isolante, e individualmente providos de um efeito de mola, de modo a, ao mesmo tempo, proporcionar fixação mecânica e contato elétrico com os terminais ou "perninhas" dos componentes. O tal "efeito mola" permite a fácil e rápida inserção e retirada do terminal do componente, com o que montagens experimentais (tanto para estudos, quanto para real "prototipagem" de projetos, na sua fase de desenvolvimento...) podem ser realizadas com grande praticidade e agilidade (componentes podem ser fácil e rapidamente substituídos, removidos ou acrescentados, até se obter o desejado comportamento do circuito...). Como tudo é feito **sem solda**, decorre também grande economia, já que todas as peças podem ser reutilizadas "infinitamente"! Em essência, uma matriz de contatos não passa de uma sofisticação do sistema inicialmente proposto para as montagens experimentais da própria ABC (veja as primeiras Revistas/"Aulas"...), que usava (e ainda usa, às vezes...) uma barra de contatos parafusáveis, tipo "Sindal", como substrato eletro-mecânico para os circuitos. Está prevista, para uma futura "Aula", explicações de uso e "dicas" diversas sobre tais matrizes de contatos. Aguarde...

●●●●●

"Bastante claras as explicações sobre os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE ("Aula" nº 4 do ABC...). Mostrei a Revista ao meu Professor, que também gostou, inclusive usando alguns conceitos do ABC na sua aula de Ciências, aqui na minha Escola... Tenho, porém, uma pequena dúvida a respeito: parece-me que um campo magnético é algo uniforme, em sua intensidade localizada... Como se explica aquele negócio das "linhas" de força...? Será, então,

Fig. 1

Fig. 2

*que **entre duas linhas de força**, naquele "intervalinho", não há magnetismo? Não há campo...? - João Paulo de Almeida - Rio de Janeiro - RJ*

Primeiro, um abraço ao seu Professor (aproveite para comunicar a ele que aqui, em ABC, estamos também à disposição dos Mestres, não só dos Alunos...). Agora, quanto à questão das "linhas"... Tem certo fundamento sua interpretação, João, porém se Você observar com atenção o texto referente à "**FIG. 1-A**", pág. 3 - ABC nº 4, verá que o mesmo diz "Convencionou-se **representar** ou **simbolizar** tal CAMPO MAGNÉTICO através de LINHAS DE FORÇA...". Deu pra sentir...? As "linhas", obviamente, não existem (fisicamente falando...)! São apenas "representações" gráficas e matemáticas de uma das mais importantes forças que se manifestam no Universo (o magnetismo...). A fig. 2 mostra o esqueminha que Você (bem desenhado, João...) mandou, com a sua dúvida. A resposta é: há, sim, campo também no "intervalo" das linhas! Na verdade, o que ocorre é uma manifestação uniforme de energia, que apenas se atenua proporcionalmente à distância. O uso puramente "gráfico" das tais "linhas", facilita - por exemplo - a demonstração (concentrando ou tornando mais afastadas tais linhas) visual e matemática da intensidade relativa do campo, em cada ponto ou local, em torno do condutor sob corrente (ou mesmo de um imã permanente ou de um eletroimã...). É tudo uma questão de separar bem o que é pura "representação" do que ocorre realmente, em termos físicos e energéticos, no fenômeno...! Quando Você se apaixona por uma garota, aí na sua Escola, os colegas dizem que foi "flechado por Cupido"... ISSO é uma "representação", já que, na verdade, nenhum garotinho pelado, dotado de asinhas ridículas, deu uma flechada na sua bunda! Mas que Você "foi atingido" por algo, **isso foi**, não é mesmo...?

•••••

FEIRA DE PROJETOS - CLUBINHOS

FEIRA DE PROJETOS - Aqui mostramos os projetos e idéias enviados pelos Leitores/Alunos. Os projetos são publicados (após seleção) do jeito que chegaram, a partir de uma simples análise "visual" da viabilidade e funcionalidade circuital. A tese da FEIRA DE PROJETOS é, portanto, promover o intercâmbio entre os Leitores/Alunos, com um mínimo de interferências por parte de ABC... Assim, não responderemos a perguntas, questões ou dúvioas sobre as idéias aqui mostradas (os Leitores/Alunos, contudo, podem - e devem - trocar correspondência entre sí, a respeito dos projetos da FEIRA: a Seção de Correspondência/Clubinhos está aí, à frente, para isso...). Esquemas, diagramas, textos e explicações devem ser - obviamente - os mais claros possíveis, que aqui ninguém é farmacêutico ou criptógrafo!

- 1 - Arranjos circuitais simples - temos dito - são quase sempre a melhor solução para problemas específicos, considerada a relação **custo/eficiência/confiabilidade...** A idéia básica enviada pelo Leitor/Aluno Rogério Souza Lima, de Ribeirão Preto-SP, é baseada nessa filosofia ("simples é melhor"...). Trata-se de um elementar, porém funcional e bastante útil, regulador de Tensão ou de Potência, para trabalhar com C.C. (entre 3 e 18 volts), e com capacidade para manejar correntes de até 1A. Através de um único potenciômetro, o usuário poderá controlar a tensão de Saída (presente nos pontos +S e -S, desde "zero" até "tudo" (esse "tudo" dependerá, obviamente, da tensão apresentada à Entrada do arranjo, via pontos +E e -E...). As aplicações, segundo o Rogério, são muitas. Desde como controle de velocidade em brinquedos tipo "Autorama" ou modelos de trens elétricos, até o comando de mini-furadeiras de circuito impresso (tipo "mini-drill", que trabalha sob 12 VCC...), controle de micro-motores diversos em maquinários industriais e um "monte" de outras utilizações práticas e válidas. Pode, inclusive, ser usado no controle de luminosidade de lâmpadas para 12 VCC, do tipo usado em carros, desde que sua potência final fique em 12W ou menos (12V sob 1A). O circuito não passa da aplicação prática de um conjunto **Darlington** (já vimos isso em "Aula" anterior...) formado por um transístor de pequena potência e alto ganho (BC548) e um de alta potência e baixo ganho (TIP31), compondo um "super-transístor", de alto ganho e alta potência! A polarização para o bloco é "puxada" do cursor (contato móvel) de um potenciômetro de 47K (linear), em série com o resistor/limitador de 1K (ligado ao **positivo** da entrada de alimentação...). Assim estruturado, o circuito age exatamente como se fosse um "super-potenciômetro", capaz de manejar potências que um potenciômetro comum não "aguentaria" (isso só seria possível com um poderoso reostato, de fio, caro, grande, etc.). A utilização "não tem se-

Fig. 1

gredo": à Saída (S-S) liga-se a "carga" a ser controlada, lembrando que esta deve, originalmente, poder trabalhar sob a faixa de tensões indicada (máximo de 3 a 18 VCC) e sob a corrente máxima também delimitada pelo circuito (1A, podendo, obviamente, ser **menor** do que tal limite...). À Entrada (E-E) é aplicada a alimentação geral, também dentro da faixa "aceita" pelo circuito (3 a 18V), proveniente de uma fonte capaz de oferecer a corrente requerida pela carga (e - enfatizamos - dentro do limite indicado pelo circuito, que é de 1A...). Se - por exemplo - for ligado aos pontos S-S um motor de 12 VCC, e, aos pontos E-E, uma fonte, bateria, conversor, etc., de 12 VCC, o controle de velocidade do tal motor será feito através do potenciômetro de 47K, praticamente desde "zero" até a máxima rotação possível no dito motor... Outro exemplo: se for ligada a S-S uma lâmpada para 12V, sua luminosidade poderá ser dimensionada facilmente, também desde "zero" até "tudo", via potenciômetro de 47K... Como possibilidade prática, na bancada, existe também a aplicação como ajustador variável de "voltagem" de saída de fontes simples, as quais se transformam, com o adendo do circuito mostrado, em fontes ajustáveis, bastante úteis! O Rogério diz ter um circuito desses montado já há algum tempo, sendo utilizado justamente no controle de tensão de saída de uma fonte (originalmente fixa, em 12V x 1A) que usa na sua bancada de estudos e projetos. A figura traz, além do esquema do circuitinho, as aparências e pinagens dos dois transístores utilizados, devendo o Leitor/Aluno observar que o TIP31, por questão de segurança, trabalha acoplado a um pequeno dissipador de calor, fixado à sua lapela metálica por parafuso e porca, conforme indica o desenho (aquele círculo tracejado em torno do símbolo do TIP31, no esquema, indica, justamente, a presença do radiador de calor obrigatório...).

•••••

- 2 - O conhecimento básico de Eletrônica também permite ao Leitor/Aluno "trabalhar para sí mesmo", ou seja: realizar montagens e projetos que acabem por facilitar as suas próprias atividades técnicas ou o seu aprendizado... É o caso da idéia (não inédita, mas bastante prática e facilmente aplicável...) mandada pelo Marcel D'Agostini, de Florianópolis - SC, que se traduz num controlador para ferro de soldar, permitindo, através de uma única chave, estabelecer **três** condições: ferro **desligado**, ferro a **"meia força"** e ferro a **"força total"**, tudo monitorado por LEDs, através dos quais o usuário, numa rápida "olhadinha", saberá "a quantas anda" o ferro controlado (o que já é, em si, uma boa idéia, pois o que ocorre de acidentes por aí, devido ao fato da gente deixar o ferro **ligado** e "esquecer" o assunto, "não está no gibi"...). O núcleo do conjunto é uma chave com 1 polo x 2 posições, porém com "parada central" (posição na qual o seu polo "móvel" ou Neutro, não fica ligado a **nada**... Trata-se de uma chave de acionamento tipo "gangorra", bastante fácil de encontrar em casas de materiais eletro-eletrônicos. Através de tal chave, mais um simples diodo 1N4004, o Marcel já conseguiu realizar as funções básica do circuito, ou sejam: desligar, ligar a "meia força" ou ligar a "toda força" o ferro de soldar! Porém, como "queria mais", o autor acrescentou um inteligente sistema de monitoração por LEDs (são 2, cada um protegido por um diodo 1N4004 e um resistor/limitador de 22K x 2W (ATENÇÃO à dissipação).

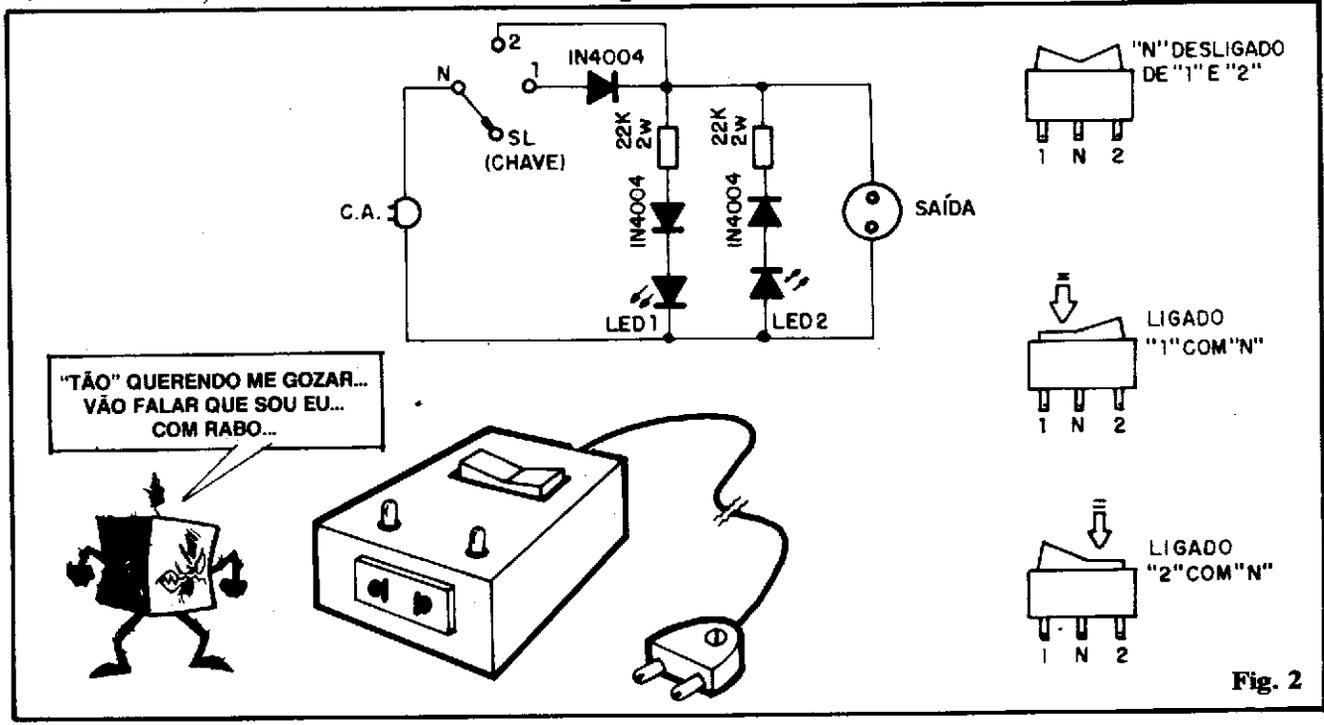
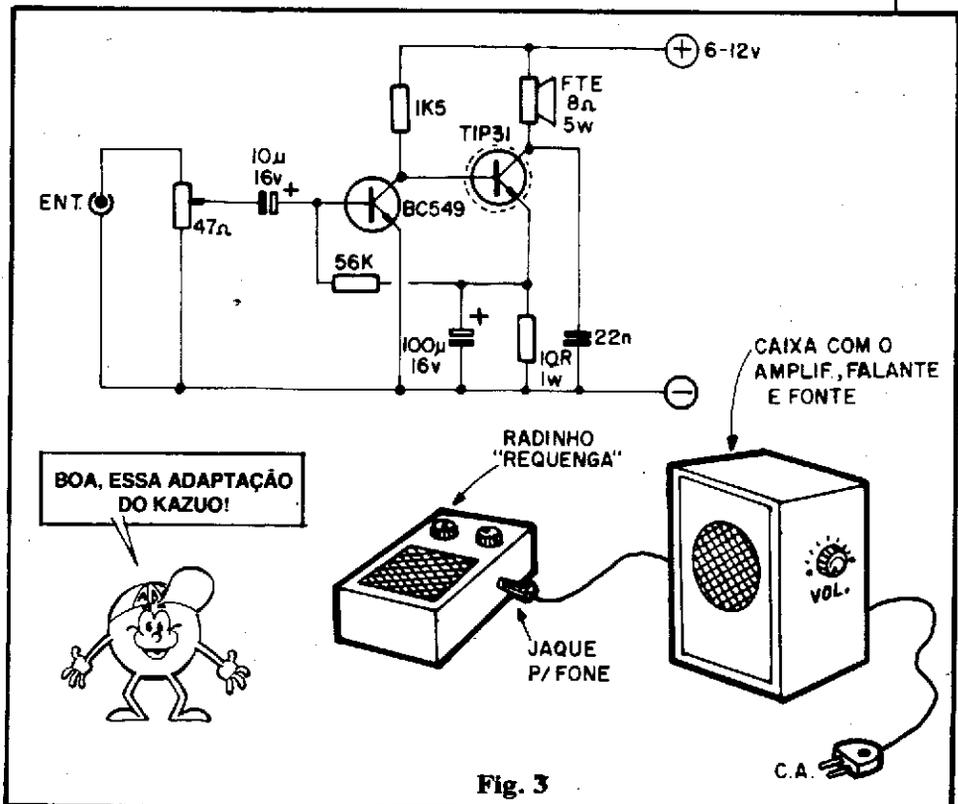



Fig. 2

Notem que como os LEDs (e seus diodos de proteção) estão dispostos em "vice-versa" (cada um polarizado num sentido...), quando o Neutro (N) da chave geral estiver posicionado em "SL" (sem ligação), nenhum LED acende, e a tomada de saída (à qual está ligado o plugue do rabicho do ferro...) fica desenergizada. Já com o terminal (N) da chave fazendo contato com a posição (1) da dita cuja, a interveniência do diodo 1N4004 no "caminho", colocará "metade" da energia C.A. na tomada de saída (e, consequentemente, no ferro de soldar lá ligado...), fazendo, ao mesmo tempo, com que acenda o LED indicador "1" (o LED "2" não acende, já que encontra-se inversamente polarizado com relação ao diodo acoplado à chave...). Finalmente, quando o Neutro (N) da chave for levado à posição (2), toda a energia C.A. se apresentará disponível na tomada de saída (ferro de soldar a "toda força"...) e **ambos** os LEDs indicadores ("1" e "2") acenderão, já que ambos os semi-ciclos da C.A. poderão se manifestar livremente nesse setor do circuito! A figura (seguindo os detalhes enviados pelo Marcel, com muita clareza...) mostra inclusive o perfil da chave utilizada, bem como o acionamento da sua "gangorra" e os "resultados elétricos" obtidos em cada uma das três posições assumidas pelo "botão" da dita cuja... Ainda na figura, temos a sugestão do autor para uma caixinha (pode ser bem pequena, bastando nela "caber" a tomada (fêmea) de C.A. para ligação do rabicho do ferro, mais os dois LEDs e - logicamente - a chave de comando... A interpretação não poderia ser mais óbvia: ambos os LEDs apagados = ferro sem energia, um só LED aceso = ferro a "meia força" e ambos os LEDs acesos = ferro a "toda força". Tudo muito direto, prático, simples e válido! Observem que a posição de "meia força" tem várias utilidades: pode ser usada nos intervalos, entre uma e outra operação de soldagem, com evidente economia de energia elétrica e aumento na vida útil da resistência aquecedora do ferro (ao se iniciar uma nova soldagem, basta posicionar a chave em "força total" que o ferro, já "meio aquecido", chegará em segundos à sua temperatura máxima de trabalho...) e também pode ser aplicada nas soldagens de terminais ou fios muito fininhos e delicados, que não devam receber toda a "carga" térmica normalmente oferecida pelo ferro! Embora o Marcel não tenha mencionado a possibilidade, lembramos que o Leitor/Aluno mais habilidoso poderá até incorporar o sistema numa espécie de base/suporte para o ferro (desde que o circuito, em sí, fique termicamente isolado, para não sofrer os danosos efeitos da alta temperatura normalmente emanada pelo dito...

●●●●●

- 3 - Aproveitando uma idéia circuital originalmente publicada na Revista APE ("irmã mais velha" de ABC...), o Leitor/Aluno Kazuo Tominaga, de Mogi das Cruzes - SP, criou um simples e eficiente amplificador/reforçador para "levantar" o som de um radinho portátil "requenguelinha", desses normalmente alimentados com duas pilhas pequenas... Segundo o autor, o desempenho foi simplesmente fantástico (ele usou o conjunto radinho-amplificador/reforçador no carro, alimentando o bloco de amplificação com os 12 volts normalmente presentes no sistema elétrico do veículo, "puxados" via plugue especial inserido no acendedor de cigarros que existe no painel). O circuito, capaz de liberar alguns watts de potência, sob fidelidade muito boa (lembrar que o radinho, original, não é capaz de oferecer mais do que **um décimo** de watt na sua saída final, e sob qualidade sonora **muito baixa**, devido ao pequeno tamanho e à natural "leveza" do falantinho incorporado...). Entretanto, a proposta de Kazuo vale também para utilização doméstica (condição, inclusive, ilustrada na mesma figura que mostra o esquema do circuito...). O amplificador, em sí, é muito simples, baseado em apenas dois transístores (um BC549 e um TIP31, este em dissipador...), diretamente acoplados (ver a "Lição" Teórica em ABC nº 7), com o componente de potência "puxando" sua polarização de **base** diretamente do **coletor** do

Fig. 3

primeiro transístor (ou seja, o divisor de tensão formado pelo próprio BC549 mais seu resistor de **coletor**, de 1K5, energizam a **base** do TIP31...). Observem ainda que, numa interessante configuração cruzada, a polarização de **base** do primeiro transístor (BC549) é também "puxada" de um divisor de tensão formado pelo segundo transístor (TIP31) e seu resistor de **emissor** (10R), numa condição que tecnicamente chamamos de REALIMENTAÇÃO, destinada a promover forte automatismo nas condições de funcionamento do circuito, que assim não pode "fugir" dos parâmetros para os quais foi calculado, por mais que se alterem fatores externos (nível do sinal manejado, tensão real da alimentação, temperatura ambiente, etc.). Observem ainda que, para "sobrepassar" o efeito retentor do sinal no **emissor** do TIP31, pelo resistor de 10R, um capacitor de bom valor (100u) é aplicado em paralelo com tal componente, permitindo assim o livre trânsito dos sinais pulsados de áudio, amplificados (sem com isso interferir nas condições de polarização C.C. previamente estabelecidas). Um capacitor de valor moderado (22n) em paralelo com o transístor de saída, "desvia" as tonalidades mais agudas do som aplificado, de modo a "moderar" a resposta naturalmente tendendo para a "estridência", do radinho fornecedor do sinal. Na entrada do conjunto, um potenciômetro de 47R "casa" a impedância baixa naturalmente encontrada na "saída de fone" do radinho acoplado, e - ao mesmo tempo - "dosa" o nível do sinal utilizado para a amplificação, "puxado" via capacitor de isolação de 10u (que está lá de modo a não permitir que o potenciômetro interfira, com seu baixo valor ôhmico, nas polarizações C.C. estabelecidas para o circuito. O alto-falante situa-se como carga de **coletor**, direta, do transístor TIP31. Segundo o Kazuo, a alimentação pode ficar entre 6 e 12V (fonte ou bateria, sempre capaz de fornecer no mínimo cerca de 1A...), o que permite a instalação direta num carro ou - se preferida a utilização doméstica - a energização por "conversor" ou "eliminador" de boa qualidade, que poderá inclusive ser instalado dentro da própria caixa que abrigará o circuito e o alto-falante. Quanto a este último, lembrar que suas características devem ser de 8R x 5W e que quanto maior o seu tamanho, melhor o rendimento acústico do conjunto (e também melhores os "graves" obtidos, "coisa" que simplesmente "não existia" na audição direta daquele "mísero" radinho original...). Boa, Kazuo!

•••••

CORRESPONDÊNCIA - CLUBINHOS

1 - (CLUBINHO) - Clubinho do Circuito e Componentes (Troca) - a/c Ednilson de Morais Ribeiro - Rua Ana Berling Macedo, 68 - CEP 12220 - São José dos Campos - SP

2 - (CLUBINHO) - Clube Curto-Circuito - a/c Renato Pandur Maria - Rua José Moreira, 25 - Caixa Postal nº 901 - J. Itapura - CEP 19100 - Presidente Prudente - SP

3 - (CORRESPONDÊNCIA) - Sérgio Ricardo de Melo Queiroz - Rua Firmino de Barros, 359 - Cordeiro - CEP 50720 - Recife - PE

4 - (CORRESPONDÊNCIA) - Halexander Mühringer - Rua Benjamin Constant, 83 - Jardim Munhoz - CEP 07030 - Guarulhos - SP

"Descolando" Componentes Baratinhos...

COMO RECUPERAR COMPONENTES DE SUCATAS - ONDE OBTER - COMO "RECONHECER" - EFETUANDO AS NECESSÁRIAS "PRÓTESES" - OS TESTES ELEMENTARES - "ORDEM NA BANCADA"...

Já falamos sobre esse problema, nas primeiras "Aulas" do ABC, mas como o assunto é de permanente interesse, vamos entrar em detalhes, a pedido de muitos "Alunos" que escreveram para a Seção de CARTAS, solicitando informações extras sobre a questão...

Infelizmente, grande parcela do nosso povo, vive sob condições financeiras abaixo do "recomendável" (para sermos eufêmicos...) ou então reside (devido à continental extensão desse nosso Brasil...) em localidades muito pequenas, afastadas de toda e qualquer facilidade inerente às Capitais ou cidades maiores... O aprendizado e o desenvolvimento prático da Eletrônica obrigam ao uso de componentes e tecnologias nem sempre muito baratos, e frequentemente de difícil aquisição para quem não tem acesso aos varejistas do ramo... É certo que atualmente (uma boa olhada nos anúncios publicados em ABC, APE e mesmo nas outras revistas nacionais do gênero, mostra isso...) vários fornecedores e varejistas já colocam à disposição do grande público, a possibilidade de aquisições via postal (ou pelo Reembolso, ou como "Encomenda", sob pagamento antecipado com cheque ou Vale Postal), com o que os "residentes remotos" podem (com alguma inevitável espera...) usufruir de facilidades antes só oferecidas aos moradores das grandes localidades. É inevitável, contudo, que tais sistemas acabem por incrementar os custos finais, já que - com toda justiça - devem ser acrescentados, ao valor intrínseco das mercadorias solicitadas, os valores correspondentes às suas embalagens (que devem ser - normalmente - bem reforçadas para resistir aos "atropelos" do nosso fabuloso sistema postal...), mais as tarifas do próprio Correio, além de outras eventuais despesas.

Acontece que **tem** uma outra saída prática, bastante válida nas fases iniciais do "Curso", onde o "grosso" dos componentes e peças é usado basicamente nas EXPERIÊNCIAS e outras atividades comprobatórias, ou ainda em montagens "provisórias", do tipo "faz, depois desmancha...", visando o máximo de economia e reaproveitamento. Essa saída consiste simplesmente em adquirir, a baixíssimo preço, SUCATAS de circuitos e aparelhos eletrônicos quebrados, descartados em oficinas de manutenção ou oriundos de "scraps" industriais! Esse autêntico "ferro velho" eletrônico costuma apresentar um percentual de materiais individualmente ainda aproveitáveis,**muito grande** e mesmo considerando os trabalhos extras de procurar, identificar, fazer uma prévia seleção,destacar das placas os componentes e, eventualmente, dotá-los de "próteses" (explicações mais adiante...) que facilitem o seu reaproveitamento, o custo final de cada pecinha ficará em torno de **um décimo** daquele verificado para o mesmo componente, novo, na loja! Sob todos os aspectos, ao iniciante **vale a pena** tentar a obtenção e o aproveitamento dessas SUCATAS! Vamos, então, às "dicas"...

•••••

- **ONDE OBTER** - Nas cidades maiores existem até "sucateiros profissionais", porém nas menores, é comum que oficinas de manutenção e conserto, de tempos em tempos, "livrem-se" daquela cangalha velha que vai se acumulando (cacos de rádios, pedaços de televisores, entulhos de gravadores, restolhos de amplificadores, vasculhos de etecéteras...). Não é incomum que tais oficinas simplemente atirem ao lixo, tais "resíduos" (quando isso não ocorre, devido à natural "muquiranice" dos proprietários, são colocados à venda por baixíssimo preço...). É só uma questão de "ficar de olho", "garfando" logo as melhores SUCATAS, antes que "algum aventureiro lance mão"... Outra boa fonte de interessantes SUCATAS é a própria casa do Leitor/Aluno, ou as de seus parentes e amigos: em quase toda residência existe, perdido lá

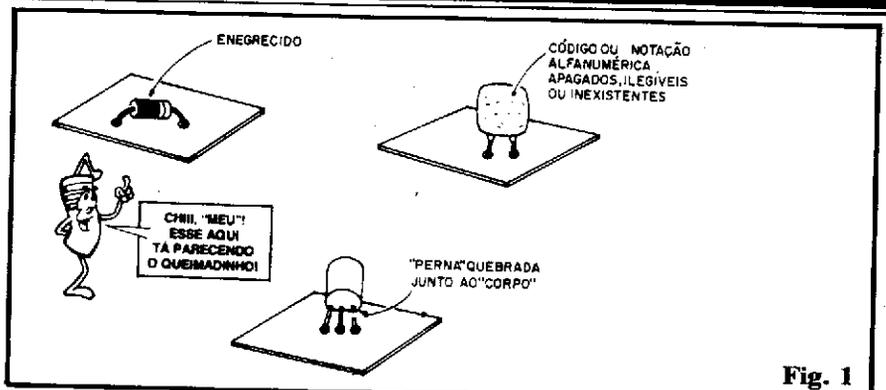
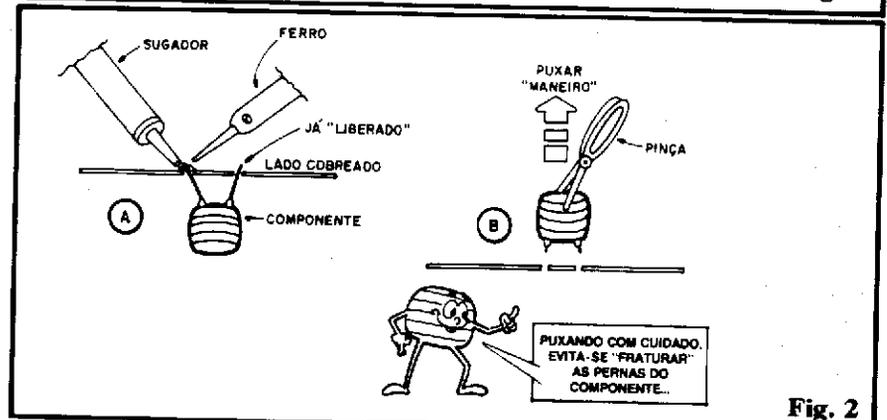
Fig. 1

Fig. 2

em cima do armário, ou no fundão da despensa, guardado no sótão ou largado no porão, um velho radio todo ralado, um arqueológico gravador dos primórdios do **mini-cassette**, que "não vira mais", e essas coisas (as pessoas têm uma estranha tendência a guardar essas tranqueiras, na vã esperança de que elas, um dia, ressuscitem sozinhas...). Todas as mamães ficarão **muito** satisfeitas de se livrarem desses bagulhos que entulham as casas... É só pedir...

Obtida a SUCATA, o próximo passo é identificar, ainda que a grosso modo - de início - **o que é** e **o que não é** aproveitável (isso não é difícil, a partir de uma simples observação e de alguns testes elementares...). Em seguida - como dissemos - devem ser realizadas algumas operações de "prótese", para acrescentar ou devolver "pernas" e terminais aos componentes. Ao fim de tudo, o Leitor/Aluno terá várias peças para brincadeiras, estudos, experiências ou mesmo montagens mais simples e descompromissadas!

- **FIG. 1** - A ANÁLISE VISUAL - A maioria das modernas SUCATAS já estão dispostas em Circuitos Impressos, porém ainda é possível achar algumas, bem velhonas, nos pré-históricos **chassis** metálicos. Se a "coisa" estiver muito suja, escovar e espanar pode ajudar (não vão "lavar" as SUCATAS, já que muitos componentes podem ser sensíveis à umidade...). Em seguida, conforme indicam as condições mais elementares da fig. 1, devem ser automaticamente descartados os componentes que:

- Estiverem **enegrecidos** (notadamente resistores...). Tratam-se de peças obviamente "queimadas" por sobrecarga, inaproveitáveis, portanto. Retire-as, cortando seus terminais com um alicate apropriado, e jogue-as fora para "desentulhar" a área...
- Tiverem seus códigos de cores originais, ou mesmo suas notações alfanuméricas (caracteres inscritos sobre o corpo da peça) apagados, ilegíveis ou inexistentes. Será muito trabalhoso identificar, "no escuro", os valores (e às vezes até as próprias funções...) desses componentes... Remova-os, então, e lixo com eles...
- Tiverem uma (ou mais) "perna" ou terminal quebrado muito rente ao corpo da peça. No caso, o reaproveitamento é praticamente impossível (a menos que o caro Leitor/Aluno seja um micro-cirurgião ou relojoeiro...). Retire e jogue fora para "desatrapalhar"...

Como operação complementar, nessa fase, remova também toda a eventual fiação "pendurada" às placas da SUCATA, bem como os componentes puramente mecânicos (chaves, terminais, contatos, parafusos, etc.), sempre no sentido de "limpar a área", na busca dos "bons" componentes e na facilitação do seu reaproveitamento.

- **FIG. 2 - A REMOÇÃO** - Não há como "fugir" disso: será necessária a posse de um sugador de solda (ferramenta já explicada no TRUQUES & DICAS da 2ª "Aula" do ABC...). Quem tentar fazer tudo "na mão", verá que o trabalho será grande, e os resultados péssimos... O sugador, como ferramenta essencial na bancada, não será uma aquisição "tonta" ou desvantajosa, sob nenhum aspecto. Aproveitem para escolher um de boa qualidade, já que, juntamente com um bom soldador, alicates de bico, de corte e tipo "pinça", um estilete e algumas chaves de fenda, forma o conjunto de necessidades básicas, quanto a ferramental, para se "viver" a Eletrônica, em qualquer nível. A fig. 2 mostra (em A) como a remoção do componente começa: com o lado cobreado da placa já bem limpo, aplique a ponta do ferro de soldar à junção que se pretenda "liberar". Assim que a solda fundir-se, imediatamente aplique a ponta do sugador e acione o seu êmbolo de sucção. Afaste ambas as ferramentas (ferro e sugador) e verifique que a ilha cobreada e a pontinha do terminal do componente deverão mostrar-se limpas (apenas com um certo "prateamento" determinado por finíssima camada da liga de solda que permanece revestindo as áreas metálicas. Depois de liberados **todos** os terminais do componente em questão, puxe-o (pelo lado não cobreado da pla-

ca), de maneira uniforme e firme (porém sem exercer excessiva força...), eventualmente usando uma pinça ou alicate/pinça (se o componente for tão pequeno que sua remoção com os dedos torne-se difícil...). O IMPORTANTE, nessa operação, é que **todos os terminais saiam dos respectivos furos ao mesmo tempo**, evitando torções que podem danificar ou "fraturar" a "perna" da peça, junto ao corpo...

- FIG. 3 - REMOÇÃO DE COMPONENTES TERMICAMENTE DELICADOS - Transístores, diodos (e demais semicondutores...) além de capacitores eletrolíticos, são peças que "não gostam" de calor excessivo (e/ou por demasiado tempo...), e que assim requerem cuidados especiais. Além de - obviamente - usar um ferro de baixa "wattagem" (20 ou 30 watts, como já avisamos nas primeiras "Aulas"...), é fundamental que a operação de dessoldagem seja rápida. E tem mais: para "desviar" grande parte do calor que "caminha" do terminal para as "entranhas" do componente, deve ser usado um alicate/pinça (também chamado - muito propriamente - de "terceira mão"...), aplicado **entre** o ponto no qual se promove a dessoldagem e o corpo da peça (3-A). Dessa forma, a grande (relativamente) massa metálica do alicate "absorve" boa parte do calor desenvolvido, protegendo as "tripas" semicondutoras, frágeis, do componente... Observem que tal proteção deve ser estabelecida em **cada** um dos terminais, na "sua vez" de dessoldagem. Quem não tiver um alicate/pinça poderá facilmente "improvisar" um, colocando algumas voltas de elástico, desses usados para prender maços de dinheiro ("dinheiro" **mesmo**, quase ninguém mais tem, mas os elastiquinhos ainda podem ser encontrados por aí...) em torno das manoplas (cabos) de um alicate de bico, com o que a ferramenta se transforma, momentaneamente, numa excelente pinça retentora (fig. 3-B).

Fig. 3

Fig. 4

- FIG. 4 - AS "PRÓTESES" - Praticamente todos os componentes removidos da placa de SUCATA (pelos métodos descritos e mostrados nas figs. anteriores...) estarão, depois de liberados, com "perninhas" muito curtas (uma vez que "lá na fábrica", ao fim da montagem, as sobras de "pernas" e terminais foram devidamente "amputadas"...). Isso impossibilita, **a priori**, qualquer tipo de reaproveitamento, por razões puramente mecânicas. Até mesmo a eventual re-inserção em **outra** placa de Circuito Impresso, será problemática, isso sem falar nas montagens em ponte de terminais ou - pior ainda - em barras de conetores parafusáveis (caso típico das Experiências mostradas no ABC...). A saída prática é recompor as "pernas" e terminais dos componentes, efetuando verdadeiras "próteses" com a soldagem cuidadosa de toquinhos de fio rígido, que "encompridam" os terminais até dimensões novamente práticas! Notem que deve, nessas "próteses", ser sempre usado fio nú e rígido, cujo calibre seja - tanto quanto possível - "parecido" com o originalmente mostrado pelo pedacinho de "perna sobrante" do componente... Em caráter geral, recomenda-se o uso de fio nº 22 a 28 (AWG), cujos calibres "batem" com a espessura normal de terminais da maioria dos componentes pequenos. A fig. 4-A mostra a delicada, porém fácil, operação de "encompridamento"... Aconselhamos que previamente, antes de juntar fisicamente a "prótese", as pontinhas do terminal e fio envolvidas na emenda sejam levemente estanhadas (um tiquinho de solda cuidadosamente aplicada). Isso facilitará o "grude" no momento da união definitiva (não vão fazer um "baita" caroço de solda no local, que além de feio, pode gerar futuros problemas de conexão! Lembrar ainda que (fig. 4-B) os componentes termicamente delicados (já relacionados no texto referente à fig. 3...) devem,

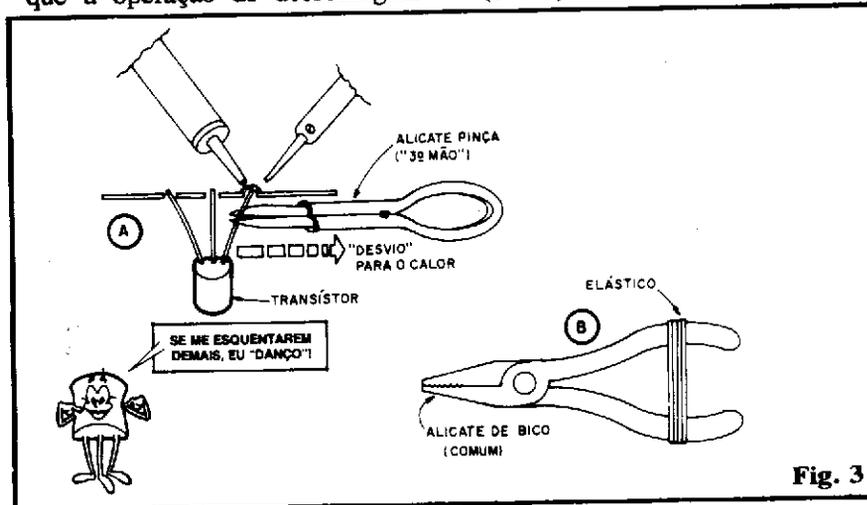
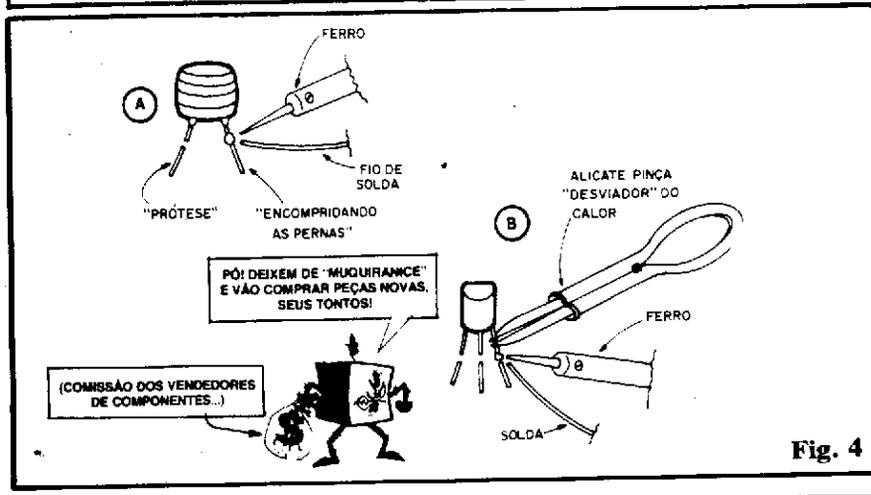
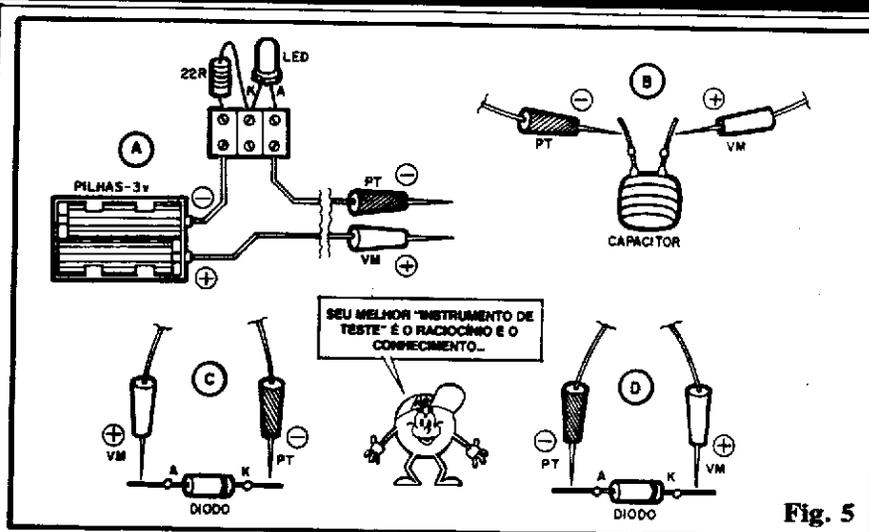



Fig. 5

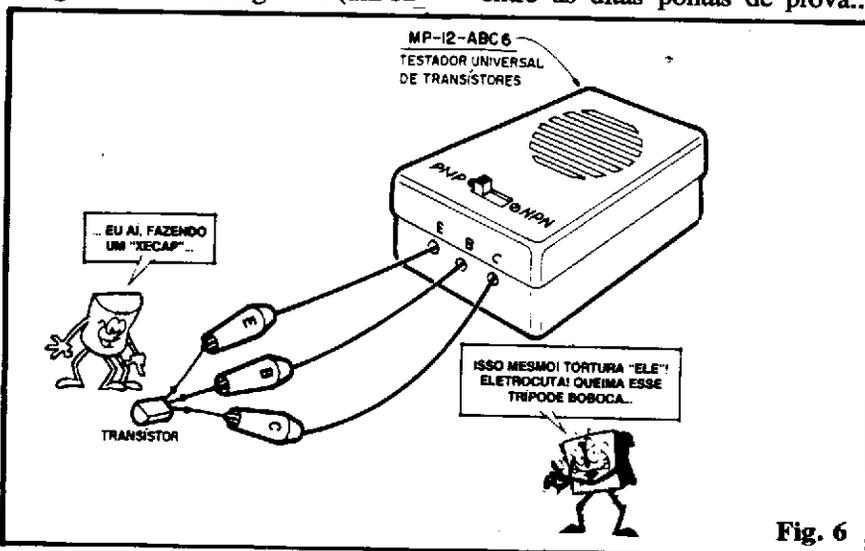
também nessa operação de "prótese", ser protegidos pelo "desviador" de calor (alicate/pinça ou alicate de bico "maceteado", como em 3-B...). Aliás, o uso do alicate/pinça (ou equivalente "feito em casa"...) é praticamente obrigatório durante as operações de "encompridamento" de terminais, já que os componentes são pequenos, leves, difíceis de segurar ou manter em posição, sem o precioso auxílio dessa "terceira mão".

- FIG. 5 - OS TESTES ELEMENTARES - Além da análise puramente visual já detalhada na fig. 1, é lógico que alguns outros testes elementares devem ser feitos, antes de considerar os componentes removidos da SUCATA como realmente aproveitáveis... Com o simplíssimo dispositivo cuja montagem é vista na fig. 5-A (um suporte com 2 pilhas pequenas, um LED, um resistor de 22R, duas pontas de prova mini, e um pedacinho de barra de conetores parafusáveis...), mais um "tiquinho" de raciocínio (além do bom acompanhamento às "Aulas" do ABC que detalharam a estrutura, funções, características e parâmetros dos componentes...), não é difícil resolver quase 90% das dúvidas ou questões que possam surgir, quanto à integridade ou estado da maioria dos componentes! Na verdade, o dispositivo não passa de um básico PROVADOR DE CONTINUIDADE, dotado de pontas de teste polarizadas (**vermelha** para o **positivo** e **preta** para o **negativo**, como é convencional...), e incluindo um indicador visual a LED, que apenas se ilumina quando **há trânsito** livre (ou sob baixa resistência) de corrente entre as ditas pontas de prova...

No exemplo mostrado em 5-B, um capacitor de baixo valor (disco, poliéster, plate, etc.) está sendo verificado... Na condição indicada, o LED do PROVADOR **não deve** acender, já que se isso ocorrer, o capacitor estará "em curto", devendo ser imediatamente descartado! Em capacitores de alto valor (tipicamente eletrolíticos) e com as pontas do PROVADOR aplicadas "nos conformes" da polaridade do componente testado, **pode** ocorrer uma breve "piscada" inicial do LED indicador (devido ao momentâneo e relativamente intenso trânsito da corrente de carga do dito capacitor...), que, porém, logo em seguida cessa, devendo o LED restar apagado! Outros exemplos elucidativos estão nas figs. 5-C e 5-D, com a verificação de um diodo: o LED indicador **deverá** acender no teste 5-C e **não** acender no 5-D. Qualquer "outro" comportamento do LED indicador denotará um diodo arruinado ("em curto" ou "aberto", destinado ao lixo...).

Com os elementos já "arquivados" na memória do Leitor/Aluno, obtidos nas "Aulas" anteriores do ABC, praticamente qualquer componente poderá ser testado com sucesso, pelo menos quanto a seus elementares parâmetros e condições, via PROVADOR da fig. 5-A. Não se pode - certamente - "medir" valores e outras "sutilezas" com o simples PROVADOR, porém a grosso modo, sua utilidade é muito grande! O Leitor/Aluno "esperto", rapidinho providenciará um dispositivo em caráter definitivo, devidamente embutido numa caixinha (contendo as pilhas e expondo a "cabeça" do LED indicador, sobressaindo as duas pontas de prova dotadas de fios não muito curtos...) mantendo-o sobre a bancada. Será - garantimos - **muito** usado ao longo do aprendizado e prática da Eletrônica!

Fig. 6

- FIG. 6 - TESTE MAIS "PROFUNDOS" E ESPECÍFICOS - É lógico que quem tiver instrumentos mais sofisticados, poderá efetuar testes e qualificações também mais profundas nos componentes "rapinados" das SUCATAS...

Por exemplo: embora um transístor bipolar comum possa ser testado grosseiramente através da análise de continuidade pura e simples das suas junções semicondutoras (ver "Aula" nº 6...), uma verificação "dinâmica" será sempre mais completa e confiável! O TESTADOR UNIVERSAL DE TRANSÍSTORES, mostrado na Seção PRÁTICA de ABC nº 6 (Montagem Prática nº 12) pode, com grandes vantagens, ser usado na verificação de transístores "sucateados"! ABC sempre, ao longo do cronograma flexível do nosso "Curso", estará mostrando montagens de simples e práticos instrumentos e dispositivos de teste e medição, que o Leitor/Aluno poderá usar na seleção das peças aproveitadas de SUCATAS.

●●●●●

"ORDEM NA CASA" - O SEGREDO DE UMA BOA BANCADA...

Desde o início das suas atividades, aprendizado, práticas, experiências, primeiros "vôos" em criações próprias, etc., o interessado em Eletrônica **deve** assumir algumas noções elementares e essenciais de disciplina e organização, sem as quais vai ficar difícil, no futuro, o exercício da "coisa"... Assim, o alicerce de tudo (no que diz respeito à prática...) é ORDEM NA CASA, bancada limpa, componentes todos arrumadinhos, acondicionados em caixinhas, latinhas ou gaveteiros, separados por tipo, valor e função, tudo devidamente classificado e etiquetado...

Junto à bancada, uma pequena prateleira, estante ou armário poderá conter (também de forma ordenada...) os seus Exemplares/"Aula" do ABC, além de outros livros, manuais, tabelas, revistas e esquemas, bem como acondicionar os eventuais instrumentos de teste e medição mais delicados...

A área de trabalho propriamente (parte da mesa ou bancada onde se realizam as soldagens e "mãos de obra" diversas...) também deve permanecer limpa, não se deixando aquele "monte" de pecinhas espalhadas (a menos que elas devam ser imediatamente utilizadas...). O ferro de soldar (de preferência acomodado no respectivo suporte, ou do tipo comprado, ou mesmo um improvisado) deve ficar sobre a bancada, repousando **fora** da "área de trabalho", em posição confortável e "alcançável" pela "mão útil" do Leitor/Aluno (direita para os destros e esquerda para os canhotos...).

É também preferível que todas as eventuais e necessárias ligações elétricas à rede C.A. local (ferro de soldar, lâmpada que ilumina a bancada, fontes, etc.) sejam centralizadas numa única tomada de boa potência, protegida por fusível e - de preferência - dotada de um interruptor (também capaz de manejar a totalidade da potência). Assim, ao terminar os trabalhos na bancada, um único toque nessa chave geral (ou uma única "puxada" no "benjamim" ou plugue "T" geral...) desativa tudo, prevenindo contra esquecimentos perigosos (ferro de soldar ligado, tipicamente...).

INFORMAÇÕES

COMO SÃO "ESCOLHIDAS" AS ALIMENTAÇÕES DOS CIRCUITOS - ONDE OBTER A ENERGIA PARA FUNCIONAMENTO DOS CIRCUITOS, AS "RAZÕES", VANTAGENS E DESVANTAGENS DE SE USAR PILHAS, BATERIA, C.A. OU FONTES...

Para o iniciante em Eletrônica, deve parecer um pouco "aleatório" o critério de escolha da tensão de alimentação para circuitos, aparelhos, dispositivos, projetos e experiências... Afinal, um circuito "pede" alimentação em 3 volts, proveniente de 2 pilhas pequenas, outro requer 6 volts, vindos de 4 pilhas, ou de fonte ligada à C.A., tipo "conversor" ou "eliminador de pilhas", já um terceiro deve trabalhar sob 9 volts, que tanto pode ser fornecidos por uma bateriazinha "tijolinho", quanto por 6 pilhas pequenas num suporte... E tem também os circuitos que exigem 12V na sua alimentação, provindos de bateria automotiva ou de fonte ligada à C.A., de grande capacidade de corrente...

A "coisa" não fica por aí... Alguns circuitos foram nitidamente desenhados para alimentação unicamente pela C.A. local (110 ou 220 volts) não havendo uma maneira prática de energizá-los com pilhas ou bateria (embora uma análise circuital simples nos permita verificar que o núcleo do circuito trabalha sob baixa tensão C.C., em tese plenamente compatível com pilhas, por exemplo...).

No presente ARQUIVO TÉCNICO tentaremos "desembaralhar" o assunto, indicando as razões de se utilizar uma ou outra fonte de energia, uma ou outra tensão de alimentação, os "comos", os "porquês", as vantagens e desvantagens, de modo que o Leitor/Aluno **entenda** essa aparente confusão, e também torne-se apto a determinar, por sí, os parâmetros de alimentação de circuitos e idéias que - eventualmente - venha a criar ou desenvolver, ao longo da sua "vida Eletrônica"...

●●●●●

TEM QUE "ALIMENTAR"...

Se o caro Leitor/Aluno não ingerir, periodicamente, o seu feijão com farinha, o seu sushi, o seu espaguete ao sugo (seja lá qual for sua preferência ou possibilidade...), mais cedo ou mais tarde sua "máquina orgânica" vai **parar**, e aí, "báu... báu...": sola dos pés para a frente, e meia dúzia de amigos (três de cada lado...), segurando as alças... Isso é tão elementar que a gente nem pára para pensar no assunto, mas reflete uma verdade universal: nada (mas nada **mesmo...**) pode funcionar sem "gastar" energia e, por outro lado, energia **não pode** ser "tirada do nada", não pode ser simplesmente "criada"! Segundo os teóricos do assunto, **toda** a energia disponível no Universo é **fixa** e "inaumentável"... Podemos "extraí-la" do combustível ou "reservatório" onde ela "dorme", podemos transformar uma forma de energia em outra, podemos processá-la, armazená-la, etc., mas não podemos "fazer" energia! Todas as "manifestações" ou processos dinâmicos que ocorrem no Universo "gastam" energia, no sentido de "transferir" essa "força" de um nível a outro, e a tendência é (segundo a maioria dos físicos teóricos...) no sentido de, um belo dia (alguns "porrilhões" de anos no futuro...), não haver mais "desníveis" energéticos, com o que toda a "força" armazenada no Universo estaria então equalizada, numa suprema entropia (não haveria, então, mais MOVIMENTO, CALOR, LUZ, manifestações radiantes, e nem - obviamente - VIDA... Tudo seria NADA de novo, para um eventual recomeço a partir da Suprema Vontade, em que muitos acreditam, ou para um novo "Big Bang", como querem outros...).

Mas, sem filosofias, "físicas" ou trans-físicas, vamos ao que interessa:

- **FIG. 1** - Usando as "velhas" analogias, já exploradas nas primeiras "Aulas" do ABC, mas sempre válidas, pela facilidade de intuir as "coisas" a partir desses exemplos: para que a turbina gire (trabalhe), é necessário que haja um desnível inicial nítido na água contida nos dois reservatórios... Enquanto tal desnível persistir, haverá fluxo de água pelo condutor que interliga os reservatórios e

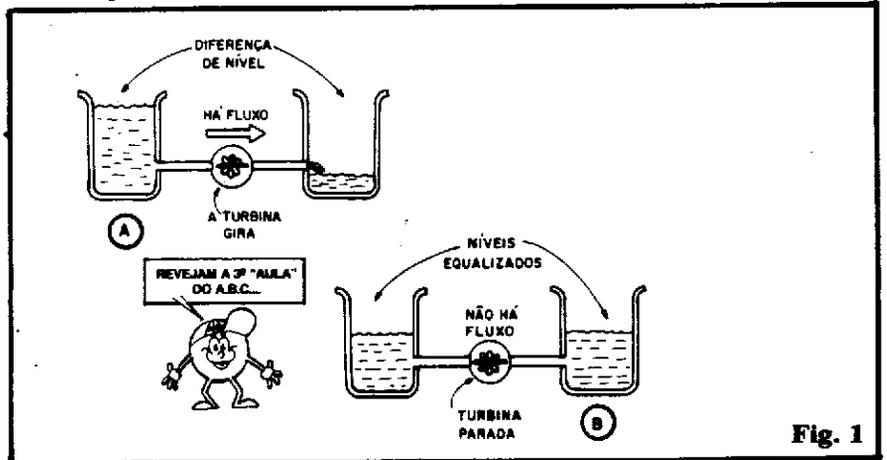



Fig. 1

a turbina girará.... Equalizados os níveis, não haverá mais "transferência" de energia, com o que a turbina permanecerá parada... O tal desnível é, então, o "alimento" da turbina... Por tais analogias é que chamamos sempre o bloco responsável pelo fornecimento de "força" a um circuito, de FONTE DE ALIMENTAÇÃO (em inglês usa-se o termo **power suply**, ou "supridor de força", também bastante lógico...). Todo e qualquer circuito, dispositivo ou aparelho eletro-eletrônico PRECISA da sua fonte de "alimento" ou "força", cujo "desnível" energético seja suficiente para as necessidades do tal dispositivo...

●●●●●

UM DETERMINANTE PRÁTICO: A PORTABILIDADE

Alguns aparelhos, desenvolvidos visando a mais absoluta portabilidade (podendo, portanto, serem levados e usados praticamente em qualquer lugar...) TEM que ser energizados por pilhas, baterias ou outras fontes "autônomas" de força. Afinal, seria absurdo um sistema como o ilustrado na fig. 2: um minúsculo e super-portátil **walkman**, acoplado a um "rolão" com 5 mil metros de cabo paralelo, na "ponta final" do qual estaria o plugue para ligação à tomada de C.A., "lá longe", na casa do usuário, enquanto este desfrutaria de um agradável pique-nique no campo...

Assim, a vantagem óbvia de pilhas e baterias é simplesmente "cortar" o "cordão umbelical" que liga os aparelhos à tomada de C.A. da parede!

Acontece que pilhas, baterias e coisas assim, são fontes de energia comparativamente **caras** com relação àquela fornecida pela tomada da rede, aí na parede da sua casa! "Um watt" de energia fornecida por pilhas custa **muito mais** do que esse mesmo "um watt" "puxado" da tomada da parede! É por essa razão incontestável que **muitos** dos aparelhos portáteis, imaginados originalmente para funcionar energizado por pilhas, INCLUI uma entrada para "Alimentação Externa", na forma de um pequeno **jaque** destinado a receber o **plugue** de uma fonte de alimentação (tipo "conversor") que - esta sim - **pode** ser ligada à tomada da rede C.A. local! Assim, quando o aparelho for usado em casa, ou num local fixo, dotado de energia da rede, podemos nitidamente **economizar**, alimentando-o da C.A. (após a devida "conversão" efetuada pela mini-fonte...).

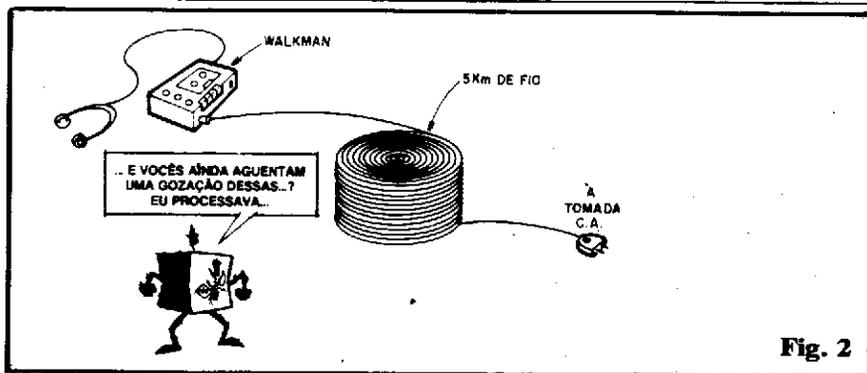



Fig. 2

Muitas das montagens Experimentais e Práticas mostradas aqui no ABC podem, perfeitamente, receber alimentação opcional de pilhas ou de conversores ligado à C.A. (dependendo unicamente de **onde** o Leitor/Aluno vá usar com mais frequência o dispositivo...).

●●●●●

OUTRO DETERMINANTE: O NÍVEL DE ENERGIA

De pilhas ou pequenas baterias não podemos esperar a mesma **quantidade** de "alimento energético" obtida numa tomada de C.A., assim apenas quando o circuito naturalmente consome pouca energia (em termos relativos...) é que torna-se conveniente alimentá-lo com pilhas. Mesmo entre as fontes "portáteis" (pilhas ou baterias de qualquer tipo) existe uma sensível variação nas suas capacidades de fornecimento de **corrente** (nunca esqueçam da velha fórmula que traduz a **Potência** ou Energia final, representada pelo **produto** da **Tensão** pela **Corrente** - revejam as primeiras "Aulas" do ABC...) que - por razões industriais - são diretamente proporcionais ao **tamanho** e peso da dita pilha ou bateria (fig. 3).

- **FIG. 3** - A capacidade de fornecimento energético de pilhas ou baterias é sempre indicada em CORRENTE x TEMPO (Ampéres/Hora, por exemplo...). Assim se uma bateria de carro, convencional, é parametrada como sendo de "**36 Ampéres/Hora**", a tradução prática desse dado significa que a dita cuja pode suprir um circuito ou dispositivo dos 12V presentes nos seus terminais, sob corrente de **36A durante 1 hora**, ou sob corrente de **1A durante 36 horas**, ou sob corrente de **2A durante 18 horas**, ou sob corrente de **3,6A durante 10 horas** e assim por diante. Às vezes a notação energética é feita em POTÊNCIA x TEMPO (Watts/hora, por exemplo), o que obedece à **mesma** proporcionalidade matemática... A figura indica, a título de exemplo, o que ocorre com os diversos tamanhos de pilhas existentes no mercado. No caso, os seis "tamanhos" apresentam, quando novos, uma **Tensão** de 1,5V, porém suas capacidades de **Corrente** vão desde uns **poucos miliampéres/hora** (pilhinha "botão") até cerca de **0,5A/hora** (pilha comum, grande...). Avançando um pouco na "matemática" do exemplo: se um circuito precisa de 1,5V sob 2mA, para seu funcionamento, alimentado por uma pilhinha "botão", poderá funcionar - digamos - por **1 hora**, até que se extinga a energia. Se for alimentado por uma pilha grande, contudo, poderá funcionar ininterruptamente por **mais de 10 dias** (250 horas). Deu pra sentir...?

Quando, pelas características de aplicação e uso, o aparelho ou circuito deva permanecer funcionando, ininterruptamente, por períodos **muito** longos (ainda que o

Fig. 3

nível de corrente não seja muito bravo...) é sempre conveniente energizá-lo a partir da rede C.A. Em alguns casos (aparelhos que **jamais** possam **parar** de funcionar, por razões várias...), inclue-se um sistema de **no break**, ou seja, a inserção de uma bateria de **emergência** que assume instantaneamente a energização do circuito, no caso de falha, queda ou **black out** na rede C.A. local... Entretanto, como na maioria dos casos essa bateria de **emergência** é mantida sob carga constante pela própria C.A. (após a devida conversão em C.C. de baixa tensão...), em síntese o aparelho é **alimentado pela rede.**

●●●●●

Os tempos modernos induziram a uma constante e cuidadosa busca por "economia"... Afinal, no mundo todo, o "mar não está pra peixe" e o desperdício é, além de crime, uma enorme burrice... Os atuais componentes eletrônicos são, portanto, cada vez mais "muquiranas" em dispêndio energético (cada vez "gastam menos" para fazer a **mesma coisa** que seus "antepassados" faziam...), pois com essa intenção foram desenvolvidos pelos seus fabricantes! Graças a tal característica, hoje temos computador à bateria, televisor a pilhas, câmeras de vídeo portáteis, etc. (O avanço tecnológico "empurrado" pela chamada Corrida Espacial entre os Estados Unidos e a União Soviética, nos legou a maioria das "mini-fontes" de energia, compactas, portáteis e "bravas"... Afinal, apesar das suas poucas trapalhadas, aqui e alí, tanto Russos quanto Americanos sempre souberam que será difícil encontrar uma tomada de 110 ou 220V, 50 ou 60Hz, na Lua, em Marte, por aí...).

Por tais razões, entra no "peso" mais um fator: por que razão **gastar** o dinheiro necessário à implementação de uma fonte interna ("conversora" da C.A. local...), com grandes transformadores, capacitores de filtro, etc., se o circuito pode (pela sua baixa demanda energética) ser alimentado com pilhas ou baterias...? É por tal raciocínio lógico que atualmente, mesmo dispositivos para uso doméstico, interno e semi-fixo, eventualmente saem de fábrica com previsão de alimentação a pilhas...

Outra coisa: a popularização e queda nos custos e preços das baterias recarregáveis (**níquel-cádmio**) também levou a essa tendência... Temos hoje - por exemplo - barbeadores elétricos alimentados por baterias de níquel-cádmio (basta que durante o "não uso" o aparelho fique "grudado" numa tomada do banheiro...), mas 10 anos atrás, todos os dispositivos do gênero tinham o seu inevitável "rabicho" para conexão à tomada...! Notem que a razão básica desse "aperfeiçoamento" foi **apenas** livrar-se do fio... Não adianta vir com aquela história publicitária de que "**O nosso barbeador Você pode levar à beira do rio, para usá-lo enquanto pesca...**" e essas "mumunhas"... Nenhum ser humano **normal** vai se preocupar em fazer a barba enquanto passa uma deliciosa semana pescando no Pantanal... Coisa de tonto (como diria o Queimadinho).

●●●●●

E A TENSÃO...? QUAL O CRITÉRIO...?

A razão elementar de circuitos serem matematicamente projetados para funcionar sob 3, 6, 9 ou 12 volts, na sua grande maioria, é muito simples: por razões eletroquímicas que não vem ao caso aqui e agora, é fácil produzir-se as pilhas, como unidades celulares capazes de uma diferença de potencial de 1,5V (ou em torno disso). Torna-se, portanto, bastante prática a obtenção (pelo simples "seriamento" de pilhas...) de tensões entre 3 e 9 ou 12V... Como tal tensões, afortunadamente, "casam" direitinho com os requisitos dos modernos componentes semicondutores (transístores, Integrados, e que tais...), a "festa" está feita! Juntou-se, assim, "a fome com a vontade de comer"...

Então, se criamos um circuito ou aparelho, que deva ser portátil, pequeno e leve, e temos à nossa disposição componentes capazes de exercer seu trabalho sob baixos requisitos de corrente, e sob tensões nominais baixas, POR QUE NÃO projetá-lo para utilização direta de - por exemplo - duas pequenas pilhas...?

●●●●●

As modernas pilhas **alcalinas** cuja química interna difere das tradicionais, de **zinco-carvão...**) são mais "poderosas" em termos de CORRENTE/TEMPO, porém são também mais caras... A escolha é totalmente "do freguês" (e da sua **momentânea** disponibilidade financeira, já que, a longo prazo, o custo mais elevado das pilhas alcalinas acaba compensado pela sua maior durabilidade...). Em termos de CUSTO / CORRENTE / TEMPO, talvez a melhor de todas as soluções seja o uso de baterias recarregáveis, de **níquel-cádmio**, de preço ainda mais "bravo" (sem falar no custo inicial, inevitável, do carregador específico...) mas que, porém, a longuíssimo prazo, "come" todas as outras (comuns, alcalinas, etc.) sob um ângulo de economia...

Outros requisitos específicos podem tornar vantajoso (aparelhos de uso semi-portátil e que demandem larga corrente por tempos relativamente longos...) o uso de baterias automotivas (12V) de **chumbo-ácido** (ou mesmo do tipo "sela-

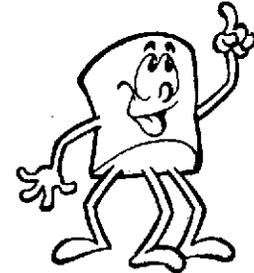
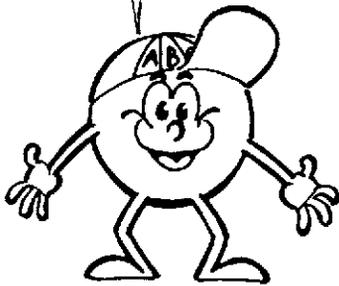
das", parentes próximas das de **níquel-cádmio**...). Tudo, enfim, resume-se na adequação, no "casamento" daquelas três palavrinhas ditas aí atrás: CUSTO/CORRENTE/TEMPO... A moderna tecnologia industrial eletro-eletrônica permite contornar praticamente **qualquer** obstáculo, porém nem sempre a solução encontrada é válida sob a **totalidade** desse triunvirato ditatorial...

●●●●●

- ENTÃO ME VÊ AÍ UM AMPLIFICADOR DE 400W, ALIMENTADO A PILHAS, QUE EU QUERO FAZER UM SHOW DE ROCK NO ALTO DA PEDRA DA GÁVEA...!

Sem essa, ô meu! Estão lembrados que NÃO DÁ PARA "CRIAR" ENERGIA...? Ela tem que ser "tirada" de alguma coisa, de algum lugar, cujo "desnível" seja suficiente para o "roubo" da força...? Se a "wattagem" (POTÊNCIA) é sempre **produto** da Tensão oferecida nos terminais da Fonte, seja ela qual for, pela Corrente que tal Fonte é capaz de fornecer, alguns cálculos elementares nos dizem que na prática NÃO DÁ para atender à solicitação contida no sub-título...! Mesmo supondo que fosse possível o projeto de um amplificador de áudio capaz de "dar" 400W, alimentado por uma tensão de - digamos - 1,5V, o requisito de corrente calculado nos obrigaria a "paralelar" **mais de 500 pilhas** grandes para alimentar esse hipotético amplificador! E mesmo assim, ao cabo de poucas dezenas de minutos, ele simplesmente "miaria", pois toda a energia contida nas pilhas já teria sido devidamente "sugada"... No caso, sai mais barato alugar um bom Gerador (movido a gasolina, álcool ou diesel...) ou mesmo "puxar" aqueles 5 mil metros de fio com os quais brincamos na fig. 2...

Isso vale para aqueles, entre Vocês, Leitores/Alunos, que "querem porque querem" sonorizar toda uma sala a partir de um minúsculo **walkman** alimentado por duas pilhinhas, ou desejam um transmissor portátil, do tamanho de um maço de cigarros, capaz de liberar 100 watts em Radio-Frequência, para poder falar com seu amigo que está trabalhando como enxugador de gelo... no Japão...

Voltaremos ao assunto!

PRAGA DO "QUEIMADINHO"

(ERRATA)

Tanto "pentelhou" aquele **cubinho torrado** (o QUEIMADINHO...), filho de um Curto-Circuito com uma Tomada Derretida, que sua "praga", finalmente, "pegou"...! No "esquema" da Montagem Prática nº 11 (MP-11), VAGALUME AUTOMÁTICO, à pág. 38 de ABC nº 6 (fig. 1), **"pintou" um erro de valor**, num dos resistores!

A correspondente figura está aí, novamente mostrada, mas já com a devida correção (sugerimos que os Leitores/"Alunos" façam a retificação nos seus Exemplares/"Aula", para que o "Curso" não fique com essa pequena falha...).

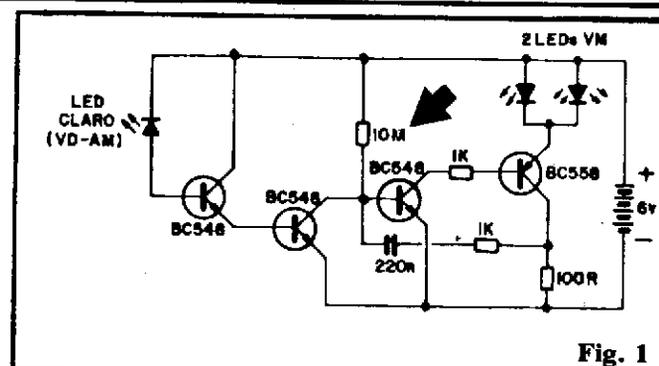
ATENÇÃO: todas as demais figuras, LISTA DE PEÇAS e outras informações constantes da "Lição" referente à Montagem Prática 11 (VAGALUME AUTOMÁTICO) estão **CORRETAS**! O único "galhinho" foi mesmo no "esquema", e exclusivamente no valor do tal resistor...

Pedimos desculpas à turma pelo nosso "escorregão" e prometemos todo o empenho em evitar, ao máximo, a ocorrência de tais eventos, no futuro (o lazarento do QUEIMADINHO vai ficar um bom tempo rindo, sarcástico, pelos cantos, mas um dia a gente "acerta ele"...).

●●●●●

Fig. 1

PRÁTICA 15

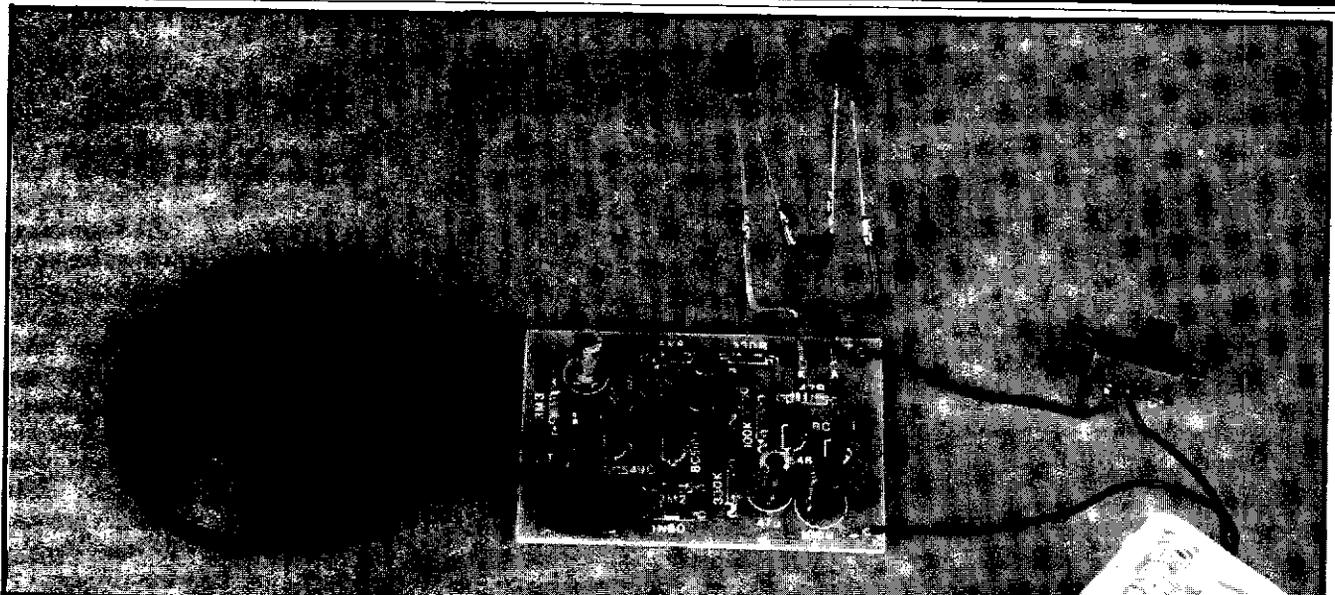
(15ª MONTAGEM PRÁTICA)

DUAS MONTAGENS "DE ÉPOCA" NA FORMA DE BRINQUEDOS ELETRÔNICOS BASTANTE APROPRIADOS PARA OS PRESENTES E DIVERSÕES DAS FESTAS DE FIM DE ANO: O "BICHINHO ESCUTADOR" E O "EFEITO CARRO DE BOMBEIROS"! RESULTADOS GOSTOSOS E INTERESSANTES, A PARTIR DE MONTAGENS FÁCEIS, NAS QUAIS O LEITOR/ALUNO APROVEITARÁ PARA "EXERCER" OS CONHECIMENTOS RECÉM ADQUIRIDOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DOS TRANSÍSTORES E DOS PRINCIPAIS BLOCOS CIRCUITAIS (AMPLIFICADORES, OSCILADORES, ETC.)!

Dentro do sistema (já mais do que aprovado por **Vocês**, Leitores/Alunos...) de aliar sempre, aqui nas Montagens PRÁTICAS, um complemento real ao aprendizado Teórico, com utilizações definitivas, eis mais duas construções: o "BICHINHO ESCUTADOR" e o "EFEITO CARRO DE BOMBEIROS", desenvolvidos **também** com uma visão "de época", ou seja: o fim do ano está aí e BRINQUEDOS serão necessários (ou para o próprio Leitor/Aluno, se ele estiver na faixa mínima de idade levantada pela nossa Pesquisa, entre a turma, que vai de 9 a 11 anos - **acreditem se quiser** - ou para os filhos ou mesmo netos - (temos um "monte" de Leitores com mais de 60 anos!).

O importante é que **junto** com a montagem dos circuitos, o Leitor/Aluno estará aplicando conceitos teóricos vistos nas "Aulas" e, com isso, **fixando** de maneira permanente vários aspectos fundamentais da Eletrônica. A isso se dá o antigo rótulo de "unir o útil ao agradável"...

No atual estágio do nosso "Curso", as montagens PRÁTICAS já são **todas** no sistema de Circuito Impresso (vimos as bases dessa técnica construcional, em "Aulas" anteriores...) o que permite um acabamento "profissional" aos projetos. Quem optar por confeccionar suas próprias placas, não encontrará problemas: elas são pequenas, simples, pouco "densas"... Entretanto, os Leitores/Alunos que preferirem agilizar a construção dos projetos (há um inevitável **custo** nessa "agilização"...) podem adquirir os conjuntos completos para as montagens práticas, na forma de KITs ("PACOTE/AULA"), conforme anúncio de um dos Patrocinadores de ABC, que Vocês encontram por aí, em outra parte da presente Revista/"Aula"... Em qualquer das escolhas, contudo, as montagens resultarão perfeitas, desde que sejam acompanhadas com atenção as Instruções aqui mostradas!

Bichinho Escutador

- **A "COISA"** - A idéia é simples, porém muito atrativa e bastante apropriada para um inédito brinquedo que fará grande sucesso entre a garotada: embutido num "bichinho" qualquer (pode ser um brinquedo baratíssimo, desses que se compra em camelô ou em feiras...), o circuito aciona dois LEDs (que podem, numa idéia mais do que óbvia, serem colocados nos **olhos** do tal "bichinho"...), que acendem firmemente durante aproximadamente 5 segundos, sempre que alguém "falar alto" nas proximidades! Tudo se dá, literalmente, como se o dispositivo "escutasse" e "respondesse" (com a iluminação temporizada dos LEDs)! O "ouvido" do BICHINHO é uma pequena cápsula de microfone de cristal... O próprio circuito é também pequeno, não muito difícil de "embutir" num brinquedo de tamanho médio (juntamente com bateria ou pilhas, que alimentam o conjunto). Devido ao seu baixo consumo de corrente (cerca de 1mA em "espera" e em torno de 10mA com os "olhos" acesos...), tanto uma bateria "tijolinho" de 9V, quanto 4 pilhas de 1,5V cada (totalizando 6V) num suporte, podem energizar o brinquedo por

bastante tempo. Para completar, além das suas aplicações "brincalhonas", para as quais foi inicialmente imaginado, o circuito permite adaptações e alterações simples e interessantes: os dois LEDs "comuns" podem, sem nenhuma dificuldade, serem substituídos por um único LED, do tipo "pisca-pisca", com o que teríamos um cíclope escutador, muito doidinho! E tem mais: também sem grandes problemas ou alterações, o circuito básico pode "virar sério", aplicando-se um relê à sua Saída (no lugar dos LEDs), com o que teremos uma verdadeira CHAVE ACÚSTICA, capaz de acionar dispositivos ou cargas "pesadas", a partir de sons ambientes! Um controle de sensibilidade por **trim-pot** permite adequar a utilização do circuito a várias aplicações ou circunstâncias, conforme detalhes que serão dados ao longo do texto e ilustrações explicativas!

- **FIG. 1** - "Esquema" do circuito do BICHINHO ESCUTADOR. Lentamente começamos a aumentar a quantidade de componentes "ativos" nos circuitos mostrados aqui na Seção PRÁTICA do ABC, na mesma medida em que Vocês, Leitores/Alunos, vão sedimentando a prática e assimilando a teoria... Assim, o projeto já utiliza 4 transístores (todos de fácil aquisição...), com seus naturais componentes de apoio, polarização, acoplamento, etc. "Ler" o esquema, no atual estágio do "Curso", não deve mais ser problema para ninguém (quem "chegou agora à Escola" **deve** imediatamente solicitar as "Aulas" anteriores, de 1 a 7, onde encontrará todos os elementos necessários à sua atualização, de modo a não ficar "fora do rítmo" com o res-

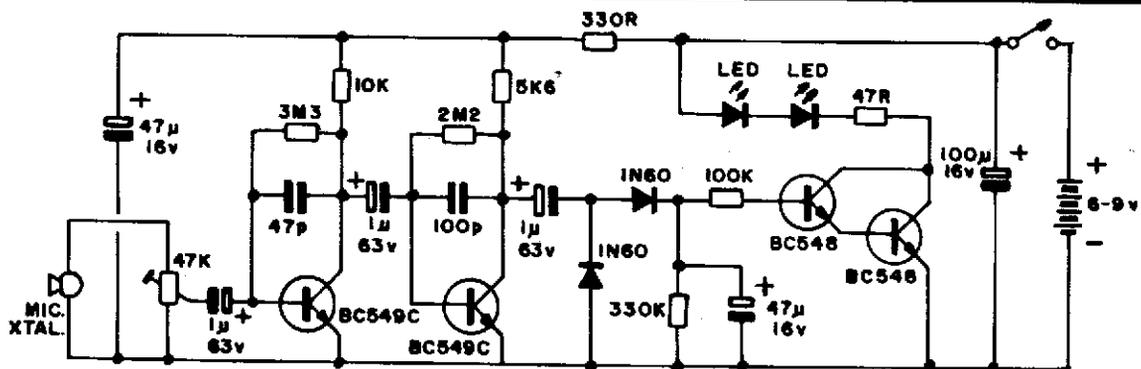



Fig. 1

tante da turma, que acompanha ABC desde sua primeira "Revista/Aula"...). De qualquer modo, as "Aulas" do ABC são planejadas e expostas de maneira que mesmo os "Alunos" recém-chegados conseguirão "se virar" (o que, no entanto, não elimina a necessidade da atualização com relação às "Aulas" já dadas), uma vez que tudo é "mastigadinho", inclusive em termos "visuais" (os desenhos e diagramas são sempre bem detalhados) e explicativos (os textos procuram descrever tudo também com detalhes).

- FIG. 2 - Os componentes principais da montagem, mostrados em aparências, símbolos, identificação de terminais, polaridades, etc. Os "Alunos - Veteranos" nem precisam mais disso, mas os "começantes", sim... Vamos, portanto, a informações individuais e completas, quanto às peças do BICHINHO ESCUTADOR:

Fig. 3

Fig. 2

- **TRANSÍSTORES** - São usados 4 no circuito, sendo 2 do tipo BC549C (que podem ser substituídos por outros, NPN, para baixa frequência, baixa potência e alto ganho) e 2 do tipo BC548 (também admitem equivalentes, NPN, baixa frequência, baixa potência, bom ganho). O fundamental é identificar bem os terminais dos ditos transístores (a ordem é a **mesma**, em todos os códigos relacionados) e principalmente **não confundir** os códigos (as "caras" são todas **muito** parecidas) na hora de efetuar as definitivas ligações ao circuito...

- **LEDS** - São usados dois, ambos vermelhos, redondos, 5 mm (podem ser mudados o formato, o tamanho e a cor dos LEDs, a critério do Leitor/Aluno, porém recomenda-se, por questões de "equilíbrio", que ambos os LEDs escolhidos sejam sempre **iguais** entre si (por exemplo: dois LEDs amarelos, quadrados, ou dois LEDs verdes, redondos, 3 mm, e por aí...). Atenção à identificação dos terminais, já que (assim como os transístores) LEDs são componentes **polarizados**, que têm posição única e certa para ligação ao circuito (vejam "Aula" nº 5).

- **DIODOS** - No circuito são usados dois diodos, devendo o Leitor/Aluno notar que são componentes de **germânio** (e não de silício, como é mais comum, nos modernos circuitos), do tipo 1N60. Podem, como equivalentes diretos, ser usados outros códigos, desde que sejam componentes de **germânio**, para pequenos sinais (retificação ou demodulação).

- **CAPACITORES ELETROLÍTICOS** - São seis os usados no circuito. Lembrando sempre que trata-se de componentes **polarizados**, o Leitor/Aluno tem, na figura, a indicação dos dois "modelos" (radial e axial) nos quais os componentes podem ser encontrados. No "modelo" radial o terminal **positivo** (+) é o mais longo, enquanto que no axial o **positivo** sai do lado isolado do componente, junto à extremidade do corpo cilíndrico que apresentam uma pequena reentrância em toda a sua volta.

- **CAPACITORES DISCO-CERÂMICO (OU PLATE)** - São dois os componentes desse tipo, utilizados no circuito. Pequenos, os modelos básicos são mostrados na figura. Quem tiver ainda alguma dúvida sobre a "leitura" dos valores, terá que rever a "Aula" nº 2 do ABC, onde a "Lição" a respeito foi dada...

- **RESISTORES** - Sem "segredos", para qualquer "Aluno" assíduo do ABC... No circuito temos 8 re-

sistores comuns, e um "ajustável" ("trim-pot"). Basta "ler" direitinho seus valores (a "Aula" nº 1 do ABC **deve** estar lá, na Bancada de estudos do "Aluno", para "salvar a Pátria", se for preciso...).

- **FIG.** 3 - A cápsula de microfone de cristal (cápsula piezo). Esse é o importante elemento do circuito responsável por "escutar" as manifestações às quais o BICHINHO deverá "responder". Pode ser encontrada, no varejo, no "modelo" aberta ou fechada (ambas mostradas na figura, ao lado do símbolo do componente...). NÃO COMPRE, por óbvias razões de economia (e de tamanho...) um MICROFONE "real", completo, pois este será muito grandão e caro... No BICHINHO, usamos apenas a chamada "cápsula", que é pequena e de baixo custo. ATENÇÃO: devido à excelente sensibilidade do circuito, se não for possível obter a cápsula de microfone de cristal (piezo), o Leitor/Aluno poderá substituir o componente por um simples alto-falante mini, comum, que trabalhará na função de "microfone". O desempenho não será tão bom como o obtido com a relacionada cápsula piezo, porém ainda assim aproveitável...

- **SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"** - Quando detalhamos os aspectos "visuais", funcionais e as eventuais equivalências dos componentes (textos referentes às figs. 2 e 3) e na própria Relação dos componentes, o Leitor/Aluno já recebeu importantes informações que lhe permitirão, emergencialmente, "se virar" em improvisações, sempre, contudo, guiadas pelo bom senso e por uma boa dose de raciocínio. Só estarão completamente aptos a "tomar decisões" a respeito, os Leitores/Alunos que acompanharam, atentamente, todas as anteriores "Aulas" do ABC, já que **nelas** foram dados os subsídios necessários, em seus aspectos Teóricos, Práticos, Funcionais, bem como os eventuais "truques & dicas"... Lembrar **sempre** que ABC é uma Revista/**"Curso"** e assim, não pode ser perfeitamente "aproveitada" se o Leitor não tiver **toda** a Coleção (desde o **primeiro** número/"aula"...). De novo avisamos: quem "chegou agora" **tem** que providenciar, imediatamente, a atualização de suas "Aulas", pedindo pelo Correio (ou diretamente, para quem reside na Grande São Paulo...) os exemplares atrasados... Quem não fizer isso, ficará lá no "fundo da classe", com

LISTA DE PEÇAS

- 2 - Transístores BC549C (ou equivalentes)
- 2 - Transístores BC548 (ou equivalentes)
- 2 - LEDs vermelhos, redondos, 5 mm, de bom rendimento (VER TEXTO)
- 2 - Diodos de germânio, tipo 1N60 (ou equivalentes)
- 1 - Cápsula de microfone de cristal (piezo) - ATENÇÃO: **só** a cápsula, **não** o "microfone" completo, que será desnecessariamente caro e grande...
- 1 - Resistor 47R x 1/4W (amarelo-violeta-preto)
- 1 - Resistor 330R x 1/4W (laranja-laranja-marrom)
- 1 - Resistor 5K6 x 1/4W (verde-azul-vermelho)
- 1 - Resistor 10K x 1/4W (marrom-preto-laranja)
- 1 - Resistor 100K x 1/4W (marrom-preto-amarelo)
- 1 - Resistor 330K x 1/4W (laranja-laranja-amarelo)
- 1 - Resistor 2M2 x 1/4W (vermelho-vermelho-verde)
- 1 - Resistor 3M3 x 1/4W (laranja-laranja-verde)
- 1 - **Trim-pot** (vertical) 47K
- 1 - Capacitor (disco cerâmico ou plate) 47p
- 1 - Capacitor (disco cerâmico ou plate) 100p
- 3 - Capacitores (eletrolíticos) 1u x 16V (a tensão **pode** ser maior, até 63V).
- 2 - Capacitores (eletrolíticos) 47u x 16V
- 1 - Capacitor (eletrolítico) 100u x 16V
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (6,1 x 4, 0 cm.)
- 1 - Interruptor simples (chave H-H mini ou equivalente)
- 1 - Suporte para 4 pilhas pequenas (ou "clip" para bateria pequena de 9 volts - VER TEXTO)
- \- Fio e solda para as ligações

OPCIONAIS/DIVERSOS

- \- ALIMENTAÇÃO: como o circuito pode, indiferentemente, ser alimentado por 6 ou 9V (a diferença no funcionamento é mínima...), essa parte poderá ser implementada tanto através de 4 pilhas pequenas no respectivo suporte, ou por 6 pilhas pequenas, no conveniente suporte, ou ainda por uma bateriazinha de 9V, ligada através do "clip" apropriado. Se for considerada importante a miniaturização, o aconselhável é usar-se a bateria de 9V, ou as 4 pilhas pequenas num suporte. Se esse requisito não for importante, 6 pilhas pequenas num suporte darão uma melhor durabilidade...
- \- O BRINQUEDO, dentro do qual o circuito será embutido, deverá ter, obviamente, dimensões e formas compatíveis com tal "embutimento"... Não esquecer que placa, pilhas (no suporte) ou bateria, mais a cápsula do microfone de cristal, deverão ser "enfiados" lá (os LEDs podem ser posicionados nos "olhos" do eventual "boneco"). As soluções mais aparentes são "bichinhos" mesmo (ursinhos, cachorrinhos e essas coisas, de plástico, pelúcia, etc.), porém brinquedos na forma de "robôs", ou mesmo antropomórficos ("gentinha", bonecos "humanos", essas coisas...) também se prestam à adaptação, com mais ou menos mão de obra...

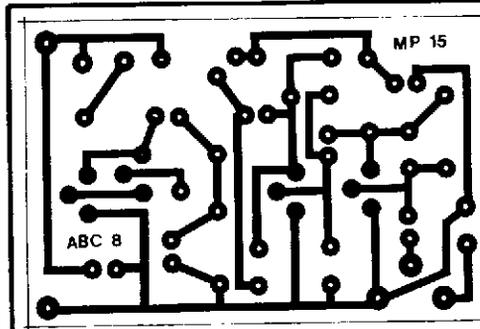
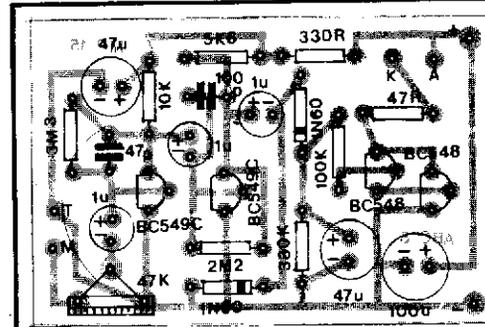
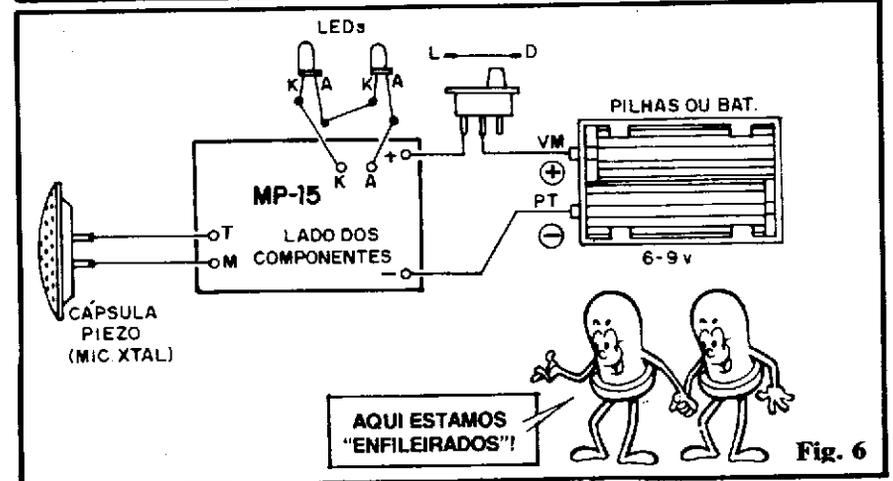
cara de "- Quem, quando, onde...".

- FIG. 4 - O **lay out** do Circuito Impresso específico para a montagem, em tamanho natural. Quem seguiu direitinho as "Aulas" a respeito da confecção de placas (e tem o material e ferramental necessários), não encontrará nenhuma dificuldade na feitura do substrato (ver TRUQUES & DICAS da 5ª "Aula", e também o da 3ª e 4ª "Aulas"...). Já quem optou por adquirir o PACOTE/AULA específico, terá a "moleza" de receber a dita plaquinha pronta, furada, com as posições, códigos e valores dos componentes demarcadas, etc. Não esqueçam que, dado o natural "avanço" do nosso "Curso", já desde a 6ª "Aula" que todas as Montagens PRÁTICAS são mostradas na técnica de Circuito Impresso e assim os Leitores/Alunos **devem** praticar esse método construcional (sem o que jamais poderão aspirar algum progresso real, na Eletrônica, ainda que numa visão básica...). Embora as EXPERIÊNCIAS, anexas à "Lição" Teórica de cada "Aula", sejam ainda mostradas em sistemas "sem solda" (por óbvias razões de facilitação e reaproveitamento...), aqui na PRÁTICA, as "coisas" já são mais "definitivas" e urge aprender a manipular técnicas também "permanentes" de construção dos projetos e circuitos...

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

- FIG. 5 - "Chapeado" da montagem, ou seja: diagrama da placa, agora vista pelo lado não cobreado, com todos os principais componentes posicionados, codificados, polaridades e outros dados claramente indicados (a plaquinha que acompanha o PACOTE/AULA contém **toda** essa demarcação, feita em **silk-screen**, o que facilita **muito** as operações de colocação e soldagem das peças...). **Todas** as "velhas" normas para boas soldagens, bem como os "macetes" que levam ao sucesso na técnica de Circuito Impresso, devem ser rigorosamente observados (os detalhes estão em "Aulas" anteriores do ABC. Não vamos, aqui, "reprisar" o assunto, uma vez que os "Alunos-veteranos" **já deveriam saber**, e os que estão "chegando agora" **precisam** obter as "Aulas" anteriores, antes de se lançar a aventuras Práticas... De qualquer modo, valem as "velhas" recomendações: ATENÇÃO, CUIDADO, BOM SENSO e... CALMA. Confiram **tudo**, antes e depois de cada posicionamento, soldagem, etc. Sem pressa, por enquanto (Um dia Vocês todos serão "feras" em montagens, e aí certos cuidados e procedimentos tornar-se-ão automáticos... Não precisaremos, então, estar "enchendo" Vocês com recomendações que podem parecer "chatas, mas são **importantes**...).

- FIG. 6 - Diagrama das conexões **externas** à placa (esta ainda vista pelo lado **não cobreado**, porém **sem** os componentes indicados na fig. anterior, para não "embananar" a interpretação da turma...). ATENÇÃO à polaridade da alimentação (pilhas ou bateria) codificada pela **cor** dos fios, como é norma. CUIDADO com a identificação dos terminais dos dois LEDs e sua interligação (toda feita com pequenos pedaços de cabinho). VERIFICAR também as conexões à chave interruptora (e seu sentido de acionamento) e à cápsula de microfone de cristal (piezo). Notem que todos os pontos de conexão à placa estão devidamente codificados (em dúvida, comparar com os dados apre-

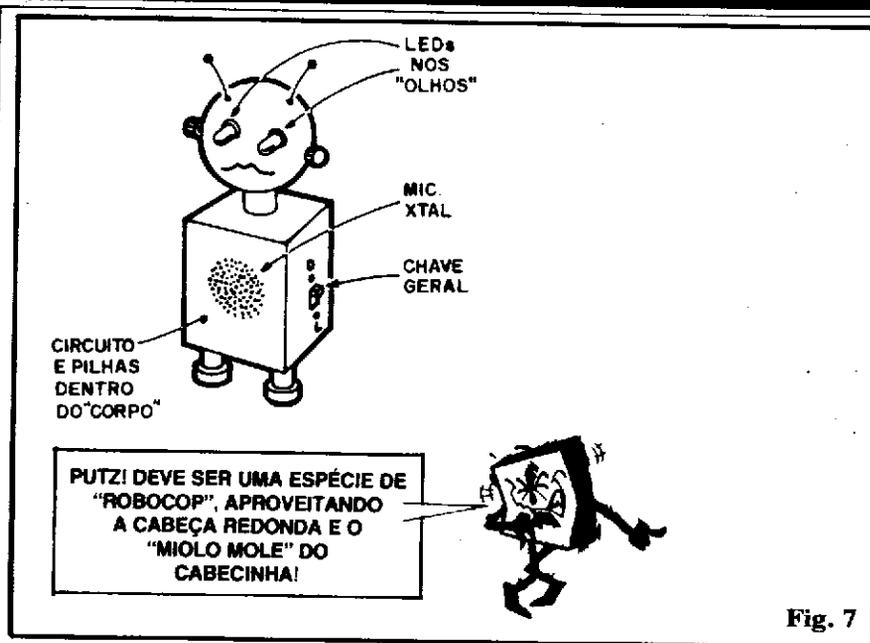



Fig. 7

sentados na fig. anterior...).

- **FIG. 7** - Sugestão para "acabamento" ou adaptação do circuito a um brinquedo "feito em casa" ou comprado pronto... A ilustração baseia-se no "aproveitamento" de um pequeno "robô", porém muitas outras possibilidades "estéticas" existem (a imaginação do Leitor/Aluno é o limite...). Como são **dois** os LEDs que manifestam a Saída do circuito, nada mais lógico que, numa figura de animal, pessoa ou robô, estes sejam aplicados aos olhos do personagem... A cápsula de microfone pode ficar em qualquer ponto conveniente do "corpo", e, embutidos neste, a placa do circuito e as pilhas... O interruptor (chave H-H mini) pode ser posicionado numa das laterais, ou na traseira do boneco...

●●●●●

AJUSTES, ADAPTAÇÕES, MODIFICAÇÕES...

O "BICHINHO ESCUTADOR" precisa de um único e simples ajuste inicial, de modo a adequar a sua sensibilidade ao transdutor utilizado (cápsula de microfone de cristal - piezo), e também às eventuais condições de nível de ruído ambiental, "fora da média"... Colocando as pilhas no suporte (ou ligando a bateriazinha no "clip"), liga-se a alimentação (via chavinha H-H). Inicialmente coloca-se o **trim-pot** de 47K em sua posição **média**... Diga qualquer coisa, sem voz não muito baixa, a menos de 1 metro do microfone incorporado (pode recitar Camões, contar uma piada de papagaio, dar a escalação do time de pólo aquático da Arábia Saudita ou coisa assim...). O circuito deverá "escutar" e colocar os LEDs em condição acesa, firme, por cerca de 5 segundos, ao fim do que eles apagarão, na espera de novo som para "reagirem"... Através do **trim-pot**, condicione a sensibilidade (reduzindo-a se estiver muito "aguda", caso em que qualquer pequeno ruído "acenderá" os LEDs, ou aumentando-a se estiver muito baixa, caso em que os LEDs apenas reagem fracamente, a um som bem alto...). A faixa de ajuste é bastante ampla, permitindo o "casamento" com microfones de diversas sensibilidades... Quem tiver, na sua "sucata", um pequeno alto-falante comum, poderá experimentá-lo no lugar do microfone de cristal originalmente requerido... Embora a sensibilidade, no caso, não seja tão boa, a "coisa" ainda resulta funcional (e talvez esse fator represente ao Leitor/Aluno, uma economia de alguns cruzeirinhos...).

De qualquer maneira, adaptado na sua função básica (num brinquedo...) o circuito agradará "barbaridade" à criançada, nas suas funções de "escutador" da barulheira que os pequenos sempre fazem...

- **FIG. 8-A** - Quem quiser uma manifestação mais dinâmica, pode substituir os dois LEDs comuns por um único LED do tipo "pisca-pisca" (código MCL5151P), que deve ser ligado à placa conforme mostra o diagrama. No caso, "ouvindo" o som, o circuito disparará os lampejos luminosos (cerca de 3 por segundo) ao longo dos mais ou menos 5 segundos da temporização natural. Como agora o LED é único, quem quiser instalá-lo num boneco, "animalzinho", robô, etc., poderá fazê-lo no "nariz" da figura.

- **FIG. 8-B** - Não só de brincadeirinhas vive o circuito do BICHINHO ESCUTADOR! Quem quiser uma aplicação mais séria, na função de "chave acústica" capaz de acionar cargas realmente "pesadas", originalmente alimentadas por CC ou CA, pode acoplar um relê, cuja bobina deverá ser para 6 ou 9 volts (de acordo com a tensão de alimentação escolhida para o circuito), ligando-o conforme o diagrama, não esquecendo, porém, de remover o resistor originalmente de 330R (posição

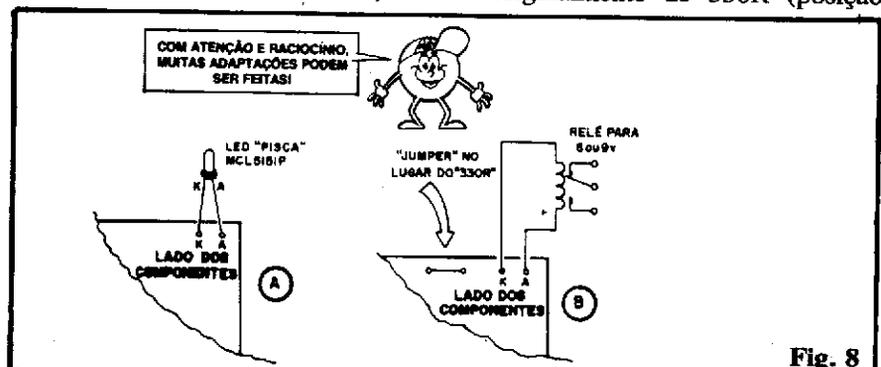



Fig. 8

indicada pela seta, na figura), substituindo-o por um simples "jumper" (pedaço de fio interligando as ilhas originais do tal resistor...). Nessa modificação, o projeto poderá ser usado em inúmeras aplicações, inclusive de segurança e controle (é só por a imaginação para funcionar, que Vocês descobrirão "um monte" de possibilidades...).

O CIRCUITO

(COMO FUNCIONA)

Percebam que, com o natural avanço do nosso "Curso", aqui no item final da Seção PRÁTICA ("O CIRCUITO"), já não serão tão frequentes as chamadas "antecipações teóricas", uma vez que o teor básico dos assuntos já terão sido abordados em "Aulas" específicas... É o caso do circuito do BICHINHO ESCUTADOR, cujo diagrama de blocos temos a seguir, com os detalhes de funcionamento!

- **FIG. 9** - Diagrama de Blocos do circuito do BICHINHO... Inicialmente temos a cápsula de microfone de cristal, que nada mais é do que um "tradutor" (dizemos, em Eletrônica, "transdutor"...) de som em sinais elétricos, "reconhecíveis" pelo circuito. Estudaremos esse tipo de microfone (o do tipo eletro-magnético nós já vimos , no ARQUIVO TÉCNICO da 4ª "Aula", lembram-se...?) mais adiante, quando falarmos em profundidade sobre o "casamento" do SOM com a ELETRÔNICA... Os sinais fornecidos pelo tal microfone são muito débeis, e assim, para terem alguma utilização prática, precisam de forte amplificação... É aí que entram os transístores, formando os dois primeiros blocos, que nada mais são do que amplificadores de alto ganho, estruturados em torno de dois BC549C em "emissor comum" (ver "Aula" nº 7), devidamente polarizados e "carregados" pelos seus resistores, e acoplados "em fila" de modo que o 2º bloco reforce ainda mais a amplificação já proporcionada pelo 1º. Obtida a (grande) amplificação, temos um terceiro bloco, de retificação e temporização, no qual dois diodos 1N60 transformam os pulsos amplificados, num nível contínuo mais ou menos estável, "armazenado" temporariamente no capacitor eletrolítico de 47u. Este, uma vez assumida a carga, leva algum tempo para "perdê-la", descarregado com relativa lentidão pelo resistor de 330K em paralelo com o dito cujo (acompanhem as explicações vendo **também** o "esquema", fig. 1...). Enquanto houver carga substancial no capacitor, este fornecerá, via resistor de 100K, suficiente polarização para o par **Darlington** final, formado pelos dois BC548 (ver "Aula" nº 7), os quais numa nova super-amplificação (agora puramente em Corrente Contínua), apresentam em sua "Saída" (circuito de **coletor**) corrente intensa, suficiente para energização dos dois LEDs. Observem que, no intuito de economizar corrente, os LEDs foram "circuitados" em série, protegidos por um resistor/limitador de baixo valor (47R). Quem tiver alguma dúvida sobre o arranjo deve consultar a importante 5ª "Aula" do ABC, onde os LEDs foram "dissecados" e todos os seus sistemas de energização devidamente explicados e calculados... Aquele capacitor eletrolítico de grande valor (100u) em paralelo com a linha principal de alimentação do circuito constitui uma importante norma técnica, que evita instabilidades ou grande queda na sensibilidade do circuito, conforme pilhas ou baterias se desgastam com o uso (esse capacitor funciona como uma espécie de "caixa de reserva" para a energia que alimenta o BICHINHO, estabilizando seu funcionamento...). Notem ainda que, como os blocos iniciais do circuito trabalham com sinais **muito** fraquinhos (vindos originalmente

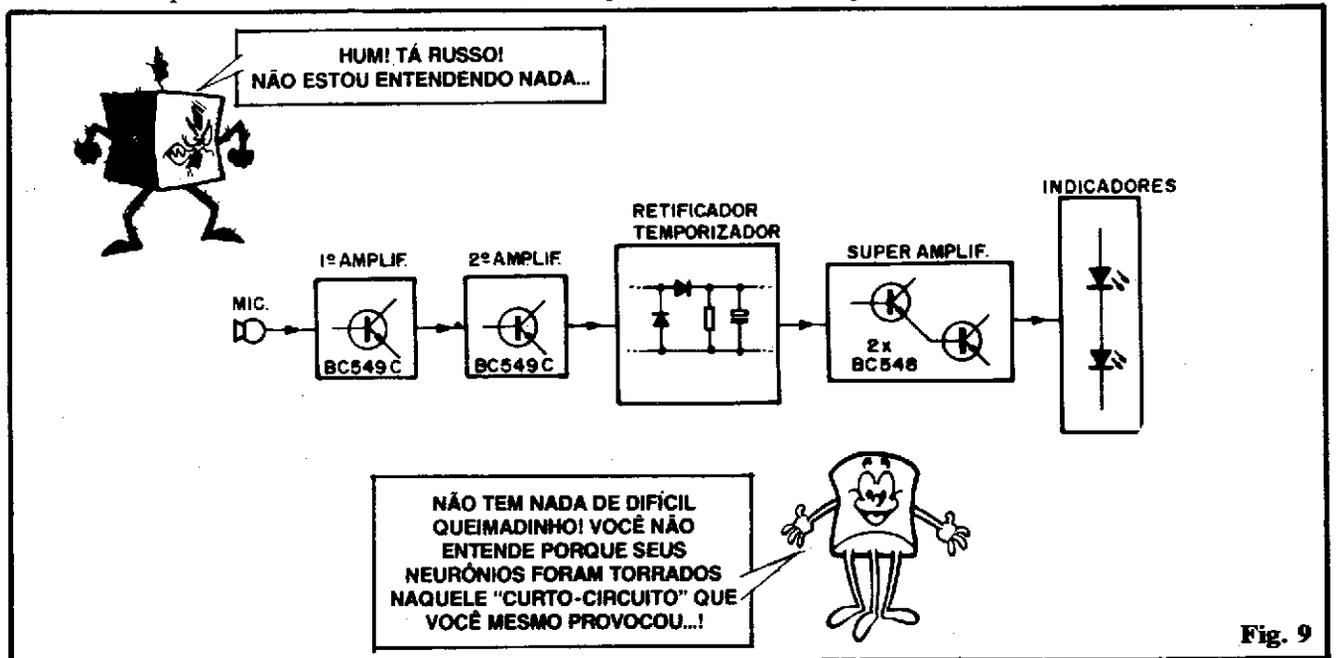



Fig. 9

do microfone...) e sob ganho **muito** elevado, qualquer "quedazinha" de tensão ou corrente na linha de alimentação, eventualmente gerada nos momentos em que os LEDs são energizados, poderia ser "interpretada" como um "sinal" a ser amplificado... Isso, em certas condições, poderia colocar o circuito numa verdadeira oscilação, a partir dessa não desejada "realimentação"... Para prevenir tais problemas (nós **não queremos**, no caso, que o circuito oscile...!) o resistor de 330R mais o capacitor de 47u (aquele à esquerda, junto ao microfone, no esquema da fig. 1...) **desacoplam** (ou seja: "separam", para efeitos de pulsos ou mudanças bruscas de corrente e/ou tensão...) os blocos de Saída dos blocos de Entrada, contribuindo para perfeita estabilização do funcionamento. Percebam , desde já, essa IMPORTANTE função do **desacoplamento** (cujo significado, inclusive semântico, é nitidamente contrário ao de **acoplamento**...) ou "isolamento" de certos blocos de circuitos, em relação aos outros, para **determinados** tipos de sinal... Veremos isso **muitas** vezes, ao longo das aplicações práticas, no nosso "Curso"...

PRÁTICA 16

(16ª MONTAGEM PRÁTICA)

Efeito Carro de Bombeiros

- **A "COISA"** - O circuito (também o "miolo" eletrônico de um interessante brinquedo...) faz exatamente o que seu nome indica: gera as manifestações aúdio-visuais de sirenes e luzes de um carro de bombeiros, com bastante fidelidade! Tanto o "pisca-pisca" alternado daquelas luzes no topo da cabine do caminhão, quanto o intenso e característica "diii-dááá..." da sirene, são reproduzidos com precisão! Incorporado a um brinquedinho barato, o EFEITO o transformará num sofisticado conjunto, que deixará a meninada "babando"... Também estruturado em técnica de Circuito Impresso, para que os Leitores/Alunos possam, desde já, ir praticando "miniaturização", o **lay out** foi intencionalmente "apertado" (normalmente, aqui na Seção PRÁTICA do ABC, procuramos criar os Impressos com certa "folga", para facilitar a vida dos novatos...), sem que com isso a "coisa" fique difícil demais... Não podemos nos esquecer que, em breve, estaremos lidando com Circuitos Integrados, e projetos de densidade relativamente elevada (número de componentes por centímetro quadrado de placa...) e que assim **é bom** começar a "pensar miúdo" em termos da implementação dinal dos circuitos... Alimentado por pilhas (4 pequenas, totalizando 6 volts), o EFEITO aciona dois LEDs "gigantes" ("LEDÕES") retangulares, de excelente emissão luminosa e mais um pequeno alto-falante. Não necessita de nenhum tipo de ajuste (é montar, colocar as pilhas e ligar...) o EFEITO faz, com o BICHINHO ESCUTADOR, um par de brinquedos tecnológicos fantástico, para presentes de fim de ano, ao mesmo tempo em que ajuda o Leitor/Aluno a "perceber", na prática, os detalhes e aplicativos dos blocos osciladores, estudados (não por coincidência...) na presente Revista/"Aula" do ABC.

- **FIG. 1** - O "esquema" do circuito do EFEITO CARRO DE BOMBEIROS. Sem "segredos"... Conforme o Leitor/Aluno já sabe, num diagrama esquemático, os componentes, ativos e passivos, as peças de "apoio" e todas as suas interligações, surgem simbolizadas de acordo com normas simples e fáceis de entender. Além disso, num "esquema" estão também indicados os códigos de identificação dos semicondutores (transístores, diodos, etc.), valores e outros parâmetros pertinentes aos componentes comuns (resistores, capacitores, etc.). Todos esses dados "visuais" e técnicos são, por algu mas "regras não escritas" de **lay out**, distribuídos no desenho de um maneira organizada, que proporciona fácil "leitura"... Na verdade, em pouquíssimo tempo, qualquer principiante consegue interpretar um "esquema"... Como em ABC adotamos (pelo menos nas "Aulas" desse primeiro ano do nosso "Curso"...) o método de **a cada montagem**, relacio-

PRÁTICA 16 - EFEITO CARRO DE BOMBEIROS

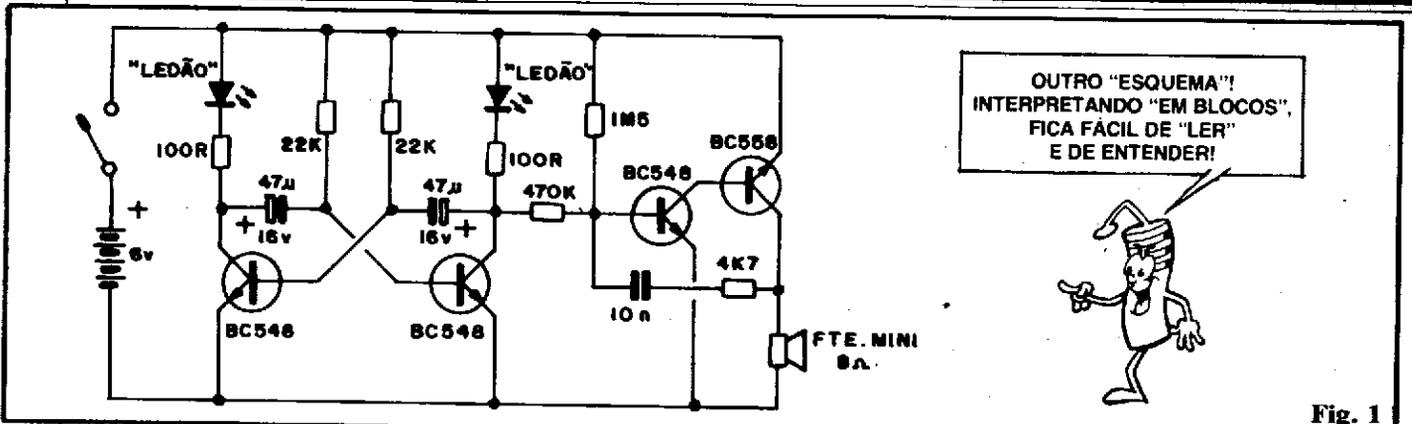



Fig. 1

APARÊNCIA	SÍMBOLO
TRANSÍSTORES E B C	(BC548) B C E NPN (BC558) B C E PNP
"LEDÃO" RETANGULAR A K	A K
CAPACITORES ELETROLÍTICOS RADIAL + − AXIAL + −	+ −
CAPACITOR POLIÉSTER	
RESÍSTORES	

Fig. 2

nar as "aparências" e símbolos de todos os principais componentes, esses dados vão ficando "impressos" na memória do Leitor/Aluno... Assim, "sem perceber", cada um de Vocês já deve ter se tornado um exímio "leitor" de diagramas de circuitos.

- **FIG. 2** - Aquilo que acabamos de dizer: as principais peças, em aparências e símbolos (mais outras informações importantes...). Avisamos que, daqui a algumas "Aulas", esse método "mastigado" de apresentação dos componentes **não mais** será utilizado... Daí para a frente, apenas quando surgirem componentes **novos** (dentro da estrutura ou cronograma do nosso "Curso"), estes serão apresentados dessa maneira. Mas vamos aos detalhes:

- **OS TRANSÍSTORES** - São 4 peças no circuito, sendo 3 delas com polarização NPN (BC548) e uma do tipo PNP (BC558). Como sempre, lembramos da necessidade de se "ler" direitinho os caracteres identificadores, no "corpinho" da peça, para não "trocar as bolas" no momento de ligá-los definitivamente, já que em termos de formato, tamanho, etc., são todos muito parecidos...

- **OS LEDs** - São 2 no circuito. Para uma geração de efeito luminoso bem pronunciado, o circuito pede LEDs do tipo **grande**, retangulares (os balconistas costumam chamar a peça, muito apropriadamente, de "LEDÃO"...). A identificação das suas "pernas" é feita por um dos métodos tradicionais: o terminal **mais longo** corresponde ao **anodo** (A) e o **mais curto** ao **catodo** (K). Em dúvida, qualquer simples PROVADOR DE CONTINUIDADE poderá ajudar na identificação dos terminais.

- **OS CAPACITORES ELETROLÍTICOS** - O circuito usa 2 componentes desse tipo e a fig. 2 os relaciona, visualmente, nos dois modelos mais comuns: com terminais **radiais** (o **positivo** é o mais longo, ou então a polaridade está nitidamente inscrita na lateral da peça) ou **axiais** (o **positivo** sai da extremidade isolada, que contém uma pequena reentrância em torno do corpo cilíndrico, além de normalmente estar indicada por iconografia no corpo do componente...).

- **O CAPACITOR DE POLIÉSTER** - Apenas um componente desse tipo é utilizado no circuito. Se o obtido pelo Leitor/Aluno for do tipo "zebrinha", a leitura do seu valor deverá ser feita pelo CÓDIGO DE CORES (rever "Aula" nº 2...). Eventualmente o valor poderá estar marcado (em números e letras **mesmo**...) sobre o corpo da peça. PODE ACONTECER da notação vir em outro sub-múltiplo da unidade (Farad) que não o **nanofarad**. Nesse caso, o Leitor/Aluno deverá fazer a devida "conversão" (dados estão também na referida "Aula" nº 2...).

- **OS RESISTORES** - São 7 ao todo, no circuito. os valores devem ser "lidos" via CÓDIGO DE CORES, mostrado originalmente na primeira "Aula" do ABC (nessas alturas do "campeonato", todos os Leitores/Alunos assíduos **já devem** saber ler os valores "com uma mão amarrada às costas"... Quem ainda "bobear" nisso, como castigo terá que escrever **duzentas vezes** no quadro negro, a frase: "DEVO ESTUDAR,

DECORAR E PRATICAR A LEITURA DO CÓDIGO DE CORES"...

LISTA DE PEÇAS

(16ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 3 - Transístores BC548 ou equivalentes (NPN, baixa potência, baixa frequência, bom ganho).
- 1 - Transístor BC558 ou equivalente (PNP, baixa potência, baixa frequência, bom ganho)
- 2 - LEDs vermelhos, retangulares "gigantes" ("LEDÕES") de bom rendimento luminoso.
- 1 - Resistor 4K7 x 1/4W (amarelo-violeta-vermelho)
- 2 - Resistores 100R x 1/4W (marrom-preto-marrom)
- 2 - Resistores 22K x 1/4W (vermelho-vermelho-laranja)
- 1 - Resistor 470K x 1/4W (amarelo-violeta-amarelo)
- 1 - Resistor 1M5 x 1/4W (marrom-verde-verde)
- 1 - Capacitor (poliéster) 10n
- 2 - Capacitores (eletrolíticos) 47u x 16V
- 1 - Alto-falante mini (2" ou 2 1/2") com impedância de 8 ohms
- 1 - Interruptor simples (chave H-H, mini)
- 1 - Suporte para 4 pilhas pequenas
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (5,0 x 2,8 cm.)
- - Fio e solda para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- - Como o circuito destina-se ao "embutimento" num brinquedo já existente, não relacionem aqui uma caixa específica, já que este é - justamente - o ponto "flexível" do projeto.
- - Adesivos fortes (de **epoxy** ou de cianoacrilato) parafusos, porcas, etc., para fixações diversas.

●●●●●

SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"

Conforme claramente indicado, os transístores admitem equivalências, porém, para um perfeito "equilíbrio" no funcionamento, recomenda-se que (no caso de equivalentes...) sejam todos do mesmo "grupo" NPN-PNP. Exemplos: 3 x BC547 e 1 x BC557 ou 3 x BC549 e 1 x BC559, etc. Quanto aos LEDs, a recomedação básica para componentes "grandões" deve-se ao fato da utilização pretendida **requerer**, esteticamente, tal condição. Se não houver jeito de obter os componentes tipo "LEDÕES", nada impede que LEDs comuns sejam utilizados! Novamente, contudo - por razões de "equilíbrio" - recomenda-se em qualquer caso o usc de dois LEDs **idênticos** entre sí.

Os capacitores eletrolíticos (não encontrados aqueles com tensão nominal de 16V, recomendada...) podem ser para 25V ou mesmo 40V (não mais do que isso, no que se refere à tensão máxima de trabalho - as razões estão lá na 2ª "Aula"...). A respeito do alto-falante, recomendamos a aquisição de um "mini" (até 2 1/2") por razões óbvias de miniaturização geral da montagem, facilitando sua instalação num brinquedo existente... Entretanto, quem "tiver espaço" **pode**, perfeitamente, utilizar um alto-falante **maior** (o rendimento sonoro será nitidamente incrementado!).

●●●●●

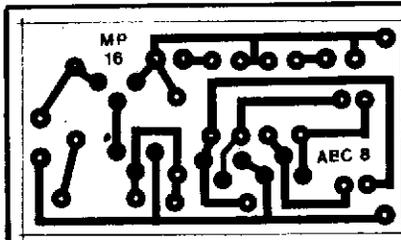
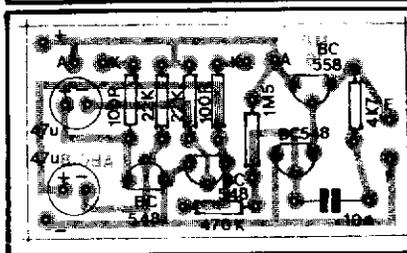
- **FIG. 3** - O **lay out** da placa específica de Circuito Impresso. O padrão, mostrado na figura em escala 1:1, é simples, fácil de reproduzir. Conforme já explicamos, fizemos o desenho um tanto "apertadinho" (não muito...) de modo que Vocês já possam praticar as naturais intenções de miniaturização que decorrem da própria idéia básica de Circuito Impresso (técnica de montagem inventada justamente para "espremer as coisas", reduzindo suas dimensões finais às mínimas possíveis...). Os mais preguiçosos podem - é verdade - recorrer ao KIT completo do PACOTE/AULA referente ao EFEITO CARRO DE BOMBEIROS, mas quem quiser economizar uns "pixos" não encontrará grandes dificuldades na confecção caseira da plaquinha...

- **FIG. 4** - O "outro lado" (não cobreado...) da placa, já com todas as principais peças posicionadas. É o que chamamos em ABC de "chapeado" (essa é uma denominação "arqueológica", que vem dos tempos das montagens em enormes e pesados chassis metálicos, com pontes de terminais...). ATENÇÃO às posições (e códigos...) dos transístores, polaridade dos capacitores eletrolíticos e valores dos resistores. Notar a existência (e codificação...) das ilhas periféricas, destinadas às conexões externas (detalhadas na próxima figura). Seguir rigorosamente **todas** as recomendações quanto às boas técnicas de soldagens e trabalhos em Circuito Im-

Fig. 3

Fig. 4

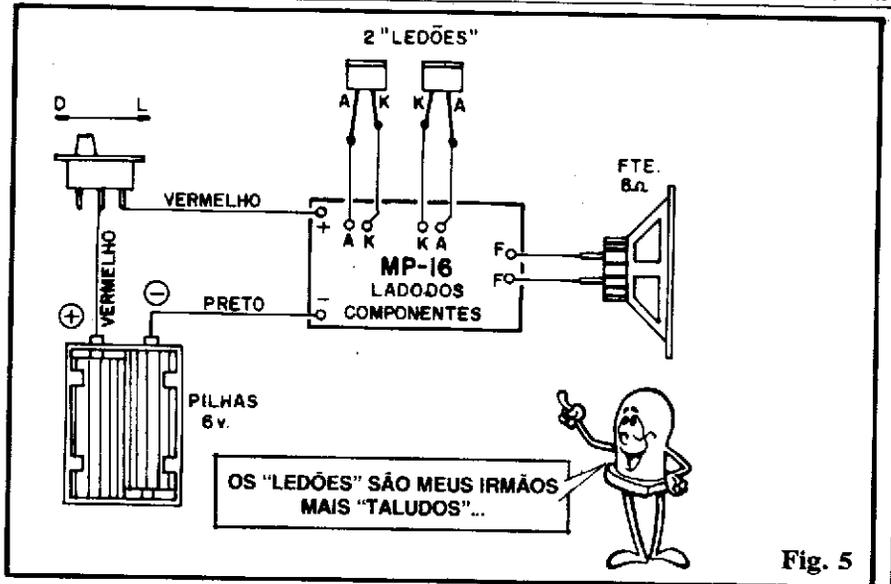
presso, já dadas em "Aulas" anteriores do ABC (Reafirmamos: em ABC ninguém pode ser um "Leitor eventual"... Você **tem que ter toda** a Coleção das "Aulas", para um perfeito aproveitamento de todos os aspectos Teóricos, Informativos e Práticos da moderna Eletrônica!).

- **FIG.** 5 - Conexões externas à placa. Esta ainda é vista pelo lado não cobreado. Os componentes **sobre** a placa não são mostrados, para "limpar a área" (ver fig. 4, se ficarem dúvidas...). O importante aqui é observar a identificação dos terminais dos LEDs e a polaridade da alimentação, codificada pelas **cores** dos fios provenientes do suporte de pilhas (ATENÇÃO à chave interruptora intercalada): **vermelho** para o **positivo** e **preto** para o **negativo**, como é norma... Quanto ao comprimento dos fios que ligam as peças externas à placa, lembrar que as dimensões devem ser justamente as necessárias, sem "sobras" (e - obviamente - sem "faltas"...). Não tem nada mais "feio" (e gerador de problemas eletro-mecânicos...) do que aquelas montagens com enormes "fiozões" pendurados pra todo lado. O senso estético e a organização visual são também importantes em Eletrônica... Entre duas montagens, ambas funcionais, porém uma "arrumadinha" e outra "feiona", preferimos sempre a mais bonita, que de feio já chega o nosso saldo bancário...

Fig. 5

●●●●●

TESTE E INSTALAÇÃO...

Não há muito o que conversar: com a montagem conferidinha, colocar as pilhas no suporte e ligar a chave geral. Os dois LEDs deverão piscar, forte e alternadamente (aproximadamente um ciclo completo a cada segundo...), enquanto que - em sincronia com a alternância dos LEDs - o alto-falante emitirá o "dii-dáá" característico. Som e luzes são razoavelmente intensos, se levada em conta a simplicidade do circuito e suas baixas demandas energéticas. Com a "corda toda", o circuito "puxa" entre 50 e 60mA, e como dificilmente é usado por períodos **muito** longos, a durabilidade das pilhas será equivalente à verificada na maioria dos brinquedos eletro-eletrônicos existentes por aí.

- **FIG.** 6 - A sugestão mais óbvia para utilização e adaptação do circuito, é aquela indicada pelo seu próprio nome (EFEITO CARRO DE BOMBEIROS...). Até um brinquedinho de camelô, desses que custam uma "merréca", pode ser fantasticamente incrementado, embutindo-se no dito cujo a montagem, instalando os LEDs em pontos convenientes (topo da "cabine"....), etc. Pode dar um pouquinho de trabalho, mas os resultados serão - garantimos - muito bons! É certo, porém, que a "coisa" não fica por aí... A imaginação do Leitor/Aluno poderá criar "mil e uma" aplicações para a idéia básica, inclusive em sistemas de aviso ou alarme de utilização mais "séria"... Uma das maravilhas da moderna Eletrônica é que muitas vezes (mais do que Você, Leitor, pode imaginar...) o **mesmo** circuito usado num brinquedinho "bobo" é aplicado - por exemplo - num equipamento industrial complexo, ou até mesmo num módulo de monitoração hospitalar, de cujo funcionamento depende, diretamente, a **vida** de um paciente! A Eletrônica, mais do que nunca, "está em todas" e dentro de poucos anos até a "descarga" do seu vaso sanitário dependerá de circuitos e componentes específicos! É por isso que dizemos - sem medo de exagerar: **todos**, indistintamente, **devem** aprender as bases da Eletrônica, caso contrário, dentro de poucas décadas, serão meros "cidadãos de segunda classe", analfabetos tecnológicos que dependerão de

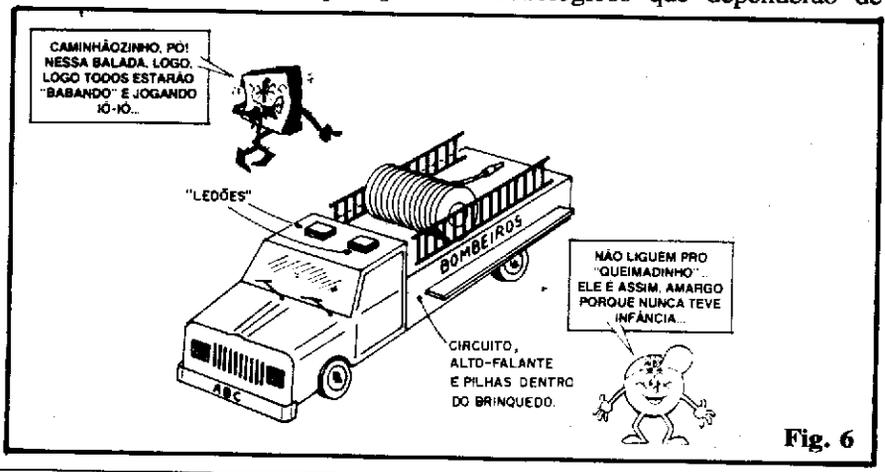



Fig. 6

outrem, para **tudo**...

●●●●●

O CIRCUITO

(COMO FUNCIONA)

O EFEITO CARRO DE BOMBEIROS traz, em seus blocos de funcionamento, a própria essência do que aprendemos na presente "Aula" do ABC sobre os OSCILADORES! Cada vez mais estreitamente, os aspectos Práticos da Eletrônica, aqui exemplificados, "casarão" com os dados Teóricos apresentados nas "Aulas", até que - num futuro próximo - Teoria e Prática serão "uma coisa só"! Atingido esse ponto, Vocês poderão dizer que "sabem Eletrônica" (ainda que nas suas bases, sem especializações desnecessárias...).

- **FIG. 7** - Diagrama de bloco do circuito do EFEITO CARRO DE BOMBEIROS (siga o texto observando **também** o "esquema" da fig. 1). No primeiro bloco (esquerda do diagrama) temos um oscilador no formato de MULTIVIBRADOR ASTÁVEL (ver a parte Teórica da presente "Aula"...), ou seja: uma verdadeira "gangorra" formada por dois amplificadores, cada um com um transístor, simetricamente acoplados Saída "dum" com Entrada "doutro" e vice-versa. A frequência (próxima de 1Hz, ou **um ciclo por segundo...**) é determinada pelos valores dos capacitores eletrolíticos e pelos resistores de polarização/temporização (22K). Acoplados aos **coletores** de ambos os transístores BC548, temos dois LEDs, cada um protegido pelo respectivo resistor/limitador de 100R. Assim, como é característica desse tipo de arranjo oscilador, o acendimento dos LEDs mostra-se alternado (quando L1 está aceso, L2 está apagado, e vice-versa, indefinidamente...). No segundo bloco, temos um outro oscilador, este do tipo MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR, estruturado num par de transístores NPN-PNP, que trabalham agora em frequência bem mais elevada (na faixa audível de algumas centenas de ciclos por segundo...) e apresentam como "carga" final, na sua Saída, um pequeno alto-falante em acoplamento direto. Obtemos assim a "tradução" em Som, dos fenômenos elétricos gerados pelo bloco. Como já vimos lá na parte Teórica da presente "Aula", o rítmo de funcionamento de um MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR é determinado pelo capacitor que realimenta a Saída à Entrada do bloco (10n, no caso...) e também pelo valor do resistor que polariza a Entrada geral do bloco (e que, por sua vez, estabelece o regime de "carga" do tal capacitor...). Temos, então, um resistor de 1M5 (ver fig. 1) à **base** do transístor BC548 que estabelece uma condição "fixa" de funcionamento. Porém, temos também um resistor de 100K ligado à tal Entrada, que conduz à Saída de um dos "lados" da "gangorra" (MULTIVIBRADOR ASTÁVEL)! Com isso, a cada ciclo de funcionamento do primeiro bloco, a polarização/temporização do segundo fica nitidamente alterada... É o que chamamos em Eletrônica de MODULAÇÃO, ou seja, o "condicionamento" do funcionamento cíclico de um bloco pelo rítmo de um **outro** bloco...! Variando, em "degraus" nítidos, a cada meio segundo (aproximadamente) a polarização de Entrada do MULTIVIBRADOR COMPLEMENTAR, sua frequência de funcionamento varia, no mesmo rítmo e proporção, obtendo-se então o "diii" (frequência mais alta) e o "dááá" (frequência mais baixa) automaticamente e numa manifestação **sincronizada** com a Saída do primeiro bloco (que é "vista" através dos LEDs...). Procurem entender, intuir **bem** essa "história" de MODULAÇÃO, já que o fenômeno é explorado em inúmeras aplicações circuitais (a própria transmissão do SOM e da IMAGEM, via Rádio e TV, apenas é possível devido - justamente - à tal MODULAÇÃO, como veremos quando chegar a hora...!).

Fig. 7